

**Universitat de Lleida**

***EFFECTIVITAT DEL TREBALL DE CROSS-EXERCISE EN QUAN  
A LA FORÇA DE QUÀDRICEPS, DISTÀNCIA DE SALT UNI-  
PODAL I TEMPS DE REACCIÓ ACCELERAT DE QUÀDRICEPS  
EN PACIENTS D'ENTRE 17 I 60 ANYS INTERVINGUTS PER  
UNA RUPTURA DEL L·LIGAMENT CREUAT ANTERIOR: UNA  
REVISIÓ SISTEMÀTICA.***

**TREBALL DE FINAL DE GRAU**

**Realitzat per:** Josep Bisbal Zafra

Facultat d'Infermeria i Fisioteràpia

*Grau en Fisioteràpia*

Treball presentat a: *Oriol Martínez Navarro*

*Curs 2018-2019*

*25 de maig de 2019*

## ÍNDEX

LLISTA DE TAULES .....	4
LLISTA DE FIGURES.....	4
LLISTA D'ABREVIATURES.....	5
RESUM .....	6
ABSTRACT .....	7
1. INTRODUCCIÓ .....	8
1.1. Epidemiologia .....	8
1.2. Anatomia i biomecànica del LCA .....	9
1.3. Receptors del lligament .....	10
1.4. Mecanisme lesional .....	11
1.5. Factors de risc .....	12
1.6. La lesió del LCA.....	13
1.7. Tipus de cirurgia.....	16
1.8. Cross-Education .....	17
1.9. Justificació.....	21
2. OBJECTIUS.....	23
2.1. Objectiu general.....	23
2.2. Objectius específics.....	23
3. METODOLOGIA.....	23
3.1. Pregunta d'investigació.....	23
3.2. Estratègia de recerca .....	24
3.3. Criteris d'inclusió i exclusió.....	25
3.4. Avaluació de la qualitat metodològica dels estudis .....	25

3.5.	Anàlisi de la metodologia dels estudis.....	28
3.6.	Avaluació dels riscos de biaix dels estudis.....	30
3.7.	Resultats de l'estratègia de recerca.....	32
3.8.	Extracció i anàlisi de dades .....	32
3.9.	Avaluació dels resultats .....	37
4.	RESULTATS.....	37
4.1.	Avaluació de la qualitat metodològica dels estudis. ....	37
4.2.	Risc de biaix dels estudis inclosos.....	38
4.3.	Descripció dels estudis inclosos.....	39
5.	DISCUSSIÓ. ....	47
6.	LIMITACIONS .....	51
7.	CONCLUSIONS .....	51
7.1.	Implicacions per a la pràctica.....	51
7.2.	Implicacions per a la investigació .....	52
8.	BIBLIOGRAFIA .....	54
	ANNEXES.....	62

## LLISTA DE TAULES

<b>Taula 1.</b> Pregunta d'investigació en format PICO.....	25
<b>Taula 2.</b> Qualitat metodològica segons CRF-QS dels estudis inclosos.....	28
<b>Taula 3.</b> Resum de la valoració de la qualitat metodològica dels estudis inclosos amb la declaració CONSORT 2010.....	30
<b>Taula 4.</b> Resum de la valoració del risc de biaix de cada estudi.....	32
<b>Taula 5.</b> Extracció i anàlisi de les dades dels articles inclosos.....	35
<b>Taula 6.</b> Estratègia de recerca.....	64
<b>Taula 7.</b> Resum dels ítems de la declaració CONSORT 2010.....	65
<b>Taula 8.</b> Risc de biaix de Tjerk Zult et al., (may 2018).....	68
<b>Taula 9.</b> Risc de biaix de Tjerk Zult et al., (august 2018).....	69
<b>Taula 10.</b> Risc de biaix de Gulcan Harput et al., (2018).....	70
<b>Taula 11.</b> Risc de biaix de Maria G, Papandreou et al., (2012).....	71
<b>Taula 12.</b> Risc de biaix de Maria G, Papandreou et al., (2009).....	72
<b>Taula 13.</b> Risc de biaix de Maria G, Papandreou et al., (2007).....	73

## LLISTA DE FIGURES

<b>Figura 1.</b> Diagrama de flux segons el criteri PRISM per a l'estratègia de recerca.....	34
--	----

## LLISTA D'ABREVIATURES

- **LCA:** Lligament Creuat Anterior.
- **AM:** Antero-Medial.
- **PL:** Postero-Lateral.
- **LCP:** Lligament Creuat Posterior.
- **EMG:** Electromiografia.
- **M1:** Còrtex Motor Primari.
- **CRF-QS:** Critical Review Form-Quantitative Studies.
- **IQ:** Intervenció quirúrgica.
- **CEE:** Cross Eccentric Exercise.

**PREGUNTA DE LA REVISIÓ.** És efectiu el treball de “Cross-Exercise” en pacients d’entre 17 i 60 anys intervinguts quirúrgicament d’una ruptura del LCA en quan a la força de quàdriceps, a la distància de salt uni-podal i al temps de reacció accelerada de quàdriceps? **OBJECTIUS.** General: Avaluar l’efectivitat del treball de “Cross-Exercise” en quan a la força de quàdriceps, distància de salt uni-podal i temps de reacció accelerat de quàdriceps en pacients d’entre 17 i 60 anys intervinguts quirúrgicament d’una ruptura del LCA. Específics: Determinar l’efecte del treball de “Cross-Exercise” en quan a la força quàdriceps, a la distància de salt uni-podal i al temps de reacció accelerat de quàdriceps en pacients d’entre 17 i 60 anys intervinguts quirúrgicament d’una ruptura del LCA. **METODOLOGIA.** Es va realitzar la recerca bibliogràfica des del novembre de 2018 fins al març de 2019 en les bases de dades PubMed, Cochrane, PedRO i Google Scholar, sobre estudis controlats aleatoritzats en anglès o castellà amb l’objectiu de comparar un o més grups experimentals realitzant un treball de “Cross-Exercise” més un protocol rehabilitador, amb un grup control sense l’esmentat treball, en pacients intervinguts d’una ruptura del LCA. D’aquests estudis se’n va avaluar la qualitat metodològica a través de l’eina de valoració “Critical Review Form-Quantitative Studies”. Es va utilitzar el qüestionari CONSORT i l’eina de col·laboració de Cochrane per l’avaluació dels riscos de biaix per valorar la metodologia. **RESULTATS.** Es varen incloure sis estudis publicats entre 2007 i 2018, els quals comprenien un total de 260 pacients, d’entre 17 i 60 anys. **CONCLUSIÓ.** L’evidència suggereix que un treball de “Cross-Exercise” aplicat, almenys, amb una freqüència de 3 cops per setmana mostra millores en la força de quàdriceps de la cama intervinguda tant en la fase inicial com en la fase final de la rehabilitació. No s’observen millores en quan a la distància de salt uni-podal. El temps de reacció accelerada de quàdriceps millora a 90º de flexió de genoll amb una freqüència d’entrenament de 3 dies per setmana.

**PARAULES CLAU.** Cross-Education, Cross-Training, Cross-Exercise, Extremitat contra lateral, Lligament Creuat Anterior, Reconstrucció.

## ABSTRACT

**REVIEW QUESTION.** Is the "Cross-Exercise" training effective in patients between 17 and 60 years old who had undergone anterior cruciate ligament reconstruction in terms of quadriceps force, single leg hop distance and quadriceps accelerated reaction time? **OBJECTIVES.** General: To evaluate the effectiveness of "Cross-Exercise" training in terms of quadriceps force, single leg hop distance and quadriceps accelerated reaction time in patients between 17 and 60 years old who had undergone anterior cruciate ligament. Specific: to determine the effects of "Cross-Exercise" training in terms of quadriceps force, single leg hop distance and quadriceps accelerated reaction time during the rehabilitation period in patients between 17 and 60 years old underwent anterior cruciate ligament reconstruction. **METHODOLOGY.** A bibliographic research was carried out from November 2018 until March 2019 in the PubMed, Cochrane, PEDRO and Google Scholar databases, about randomized controlled studies available in English or Spanish in order to compare one or more experimental groups, by performing a "Cross-Exercise" training apart from the rehabilitative protocol, with a control group without the mentioned training in patients undergoing a rupture of the anterior cruciate ligament. The evaluation of the methodological quality of the studies was done through the "Critical Review Form-Quantitative Studies" tool. The CONSORT questionnaire and the Cochrane collaboration tool for bias risk assessment were used to evaluate the methodology too. **RESULTS.** Six studies published between 2007 and 2018 were included, which used a total of 260 patients, aged between 17 and 60. **CONCLUSION.** The evidence suggests that a Cross-Exercise training applied, at least, with a frequency of 3 days per week shows improvements in the quadriceps force of injured the leg both in the early and late phase of rehabilitation. Improvements are not observed in the single leg hop distance. The accelerated reaction time of quadriceps improves at 90° of knee flexion with a frequency of training of 3 days per week.

**KEY WORDS.** Cross-Education, Cross-Training, Cross-Exercise, Contralateral limb, Anterior Cruciate Ligament, Reconstruction.

## 1. INTRODUCCIÓ

Les lesions del lligament creuat anterior (LCA) es presenten de manera comú en la població activa, i són encara les més comuns en la pràctica de l'esport. D'aquesta manera, són freqüents les reconstruccions del LCA ja que la gran quantitat d'esportistes professionals que sofreixen aquesta lesió requereixen una recuperació i rehabilitació ràpides per a tornar a competir. A més, la població no esportista també és conscient de les altes expectatives d'avui en dia en quant a la cirurgia de reconstrucció del LCA (1).

D'aquesta manera, el fet de recórrer al tractament conservador quan es produeix una ruptura del LCA queda en la majoria d'ocasions en un segon pla, considerant-se oportú sols en casos on: el pacient presenti un rang de moviment d'extensió de genoll dins de paràmetres funcionals, mínima o absència afectació dels meniscs, bon to muscular de quàdriceps, capacitat per realitzar tests funcionals de genoll com el salt creuat, i que el pacient no requereixi episodis repetits d'adaptació en activitats de la seva vida quotidiana (2).

### 1.1. Epidemiologia

La incidència de lesions del LCA és molt alta, aproximant-se fins a un nombre de 17.000 plàsties en un estudi que es va fer a Espanya a l'any 2001 (3). L'índex de relació entre homes i dones recau en 2 lesions en homes per cada 8 que sofreix el sexe femení (4). A Estats Unit, la incidència és de 1-3000 habitants, arribant a les 150.000 lesions del LCA a l'any (1).

S'ha investigat que la ruptura del LCA, sobretot en esport com el futbol o el bàsquet, es dona entre un 72 i un 95% dels casos per un mecanisme de lesió sense contacte, tot i classificar-se també en un tipus de lesió amb mecanisme per contacte, no tant freqüents (5).



D'aquests esportistes professionals que són intervinguts del LCA, només un 67% d'ells retornen a la pràctica esportiva amb un nivell similar a l'anterior a la lesió, i únicament un 33% es retroben amb el seu nivell competitiu previ (6).

Un estudi observa que en general, el risc de re-lesió per segon cop davant una primera ruptura d'aquest lligament és 6 vegades major. Això suposa que un 30% dels esportistes es re-lesionen als 24 mesos després de la primera ruptura. D'aquest 30%, s'observa que un 20% es lesionen de l'extremitat contralateral i, en canvi, un 10% de la mateixa cama, amb una incidència major en dones respecte homes pel que fa a aquest índex de lesió contralateral (23% dones-10% homes) (7).

### 1.2. Anatomia i biomecànica del LCA

El LCA és una estructura que recorre obliquament des de la seva inserció a nivell de la regió intercondília anterior cap a posterior, cranial i lateral fins a la porció medial del còndil femoral extern. Està recobert per una membrana sinovial formant així una espècia de lligament mucal, pel qual transcorren els vasos sanguinis que van al LCA. La seva disposició helicoïdal característica permet una tensió adequada en tot el seu rang de moviment (8).

Funcionalment, el LCA a part de regular la cinemàtica articular i servir d'òrgan sensor que informa sobre la posició de les superfícies articulars, la direcció i magnitud de les forces, té com a primera obligació evitar el desplaçament anterior de la tibia en relació al fèmur. A més, en menor mesura, també s'encarrega de controlar en càrrega la laxitud en varo, en valg i la rotació (9).

És un lligament que no es considera només una banda de teixit connectiu dens que uneix el fèmur amb la tibia, ja que s'han visualitzat diferents disposicions de les seves fibres de manera que hi ha autors que consideren que el LCA es troba compost per dos feixos funcionals: l'antero-medial (AM) i el postero-lateral (PL) , corresponents a la seva direcció (9,10)

La porció AM es considera l'estabilitzadora del calaix anterior amb el genoll en flexió entre 0º i 90º, posant-se en tensió durant aquest recorregut. Durant els graus de moviment de flexió de genoll de 0º a 90º les fibres del LCA es disposen en horitzontal i s'accentua la tensió sobre el fascicle AM; per la seva part, la porció PL es tensa quan el genoll està en extensió, actuant com a barrera contra aquesta, i les fibres del LCA es troben disposades en paral·lel. Aquest fet de tensió d'un fascicle o un altre depenent de la posició del genoll explica que hi hagi ruptures parcials del lligament (11–13).

### 1.3. RECEPTORS DEL LLIGAMENT

Els sistemes sensorials constitueixen la part del sistema nerviós especialitzat en captar, transformar i donar significat als estímuls de l'entorn que incideixen sobre l'organisme. Els estímuls relacionats amb la posició, equilibri i canvis en el sistema muscular són recollits, entre altres estructures, a través dels lligaments mitjançant la sensibilitat propioceptiva (14).

Quan es produeix una ruptura del LCA, a part de limitar a l'articulació en estabilitat, també provoca una denervació parcial articular degut a la pèrdua del sistema nerviós aferent. Per tant, la informació neuro-sensorial, propioceptiva i reflexa que arriba al genoll es veu disminuïda (14).

Els receptors sensorials de les estructures lligamentoses són anomenats mecanoreceptors, que es troben situats al final de les fibres nervioses i capten estímuls relacionats amb propiocepció i cinestèsia del genoll, i a través dels axons aferents envien a la medul·la la informació en forma de senyals nervioses específiques (14). Els mecanoreceptors principals que podem trobar en el LCA són (15,16):

- Els corpuscles de Pacini que són d'adaptació ràpida i s'encarreguen de la fase dinàmica de la propiocepció. Són molt sensibles a les petites deformacions de la càpsula degut a pressions mecàniques aplicades sobre aquesta, i assenyalen canvis dinàmics de la deformació del teixit, és a dir, l'inici i el final del moviment.

- Els corpuscles de Ruffini són d'adaptació lenta importants en la detecció de la posició estàtica de l'articulació i en registrar variacions de tensió i estirament del teixit. A més d'això, són capaços de continuar assenyalant nous estats d'equilibri dinàmic durant períodes llargs. Detecten tants els factors estàtics com els dinàmics, l'angle articular, la velocitat, la posició intra-articular i l'estirament.
- Les terminacions nervioses lliures responen a les deformacions dels teixits, compressió i distensió. Són les responsables en detectar estímuls que excedeixen d'aquells als quals el teixit està habituat, per tant poden conduir informació també sobre el dolor.
- Els òrgans tendinosos de Golgi presenten un llindar alt per a la deformació mecànica (pressió i compressió) i es mantenen senyalant canvis durant períodes llargs abans d'adaptar-se al nou estat d'equilibri dinàmic del teixit. Són mecanoreceptors detectors d'extensió i responen a la força d'estirament del múscul.

#### 1.4. Mecanisme lesional

Per entendre els mecanismes de lesió sense contacte i a la vegada identificar els factors de risc, s'han de comprendre bé els mecanismes de càrrega que es produeixen sobre el LCA i així poder desenvolupar estratègies de prevenció (17).

Mecànicament, la ruptura del LCA es dona per l'aplicació d'una força de tensió excessiva sobre el genoll que recau sobre aquest lligament. Segons l'estudi de Berns et al., es va observar com una força anterior de cisallament sobre l'extrem proximal de la tibia era el principal determinant d'una tensió excessiva en la porció AM del LCA, mentre que un moment de rotació interna o rotació externa, o el moment pur de valg i var de genoll per sí sols no presentaven una tensió significativa en l'articulació. Això sí, la combinació d'una força de cisalla anterior amb un moment de valg de genoll resultaven significatius en la tensió aplicada sobre la porció AM del LCA (18).

Un altre estudi de Markolf et al., va demostrar també que una força de cisalla anterior en la tibia generava una càrrega de tensió significant per al LCA, mentre que els moments de rotació interna, valg i var de genoll només provocaven una tensió excessiva per al lligament quan es donaven juntament amb la força de cisalla citada anteriorment. A més, aquesta combinació de factors augmentava la càrrega sobre el LCA a mesura que la flexió de genoll comprenia angles petits (19).

Fleming et al., en el seu estudi van demostrar que l'estrès significant en el LCA augmentava a mesura que es provocava una força de cisalla anterior en l'extrem proximal de la tibia i una rotació interna de genoll, mentre que la rotació externa i la posició de genoll valg i var tenien uns efectes més petits sobre la tensió en el lligament (20).

### 1.5. Factors de risc

Un dels principals factors de risc a sofrir una lesió del LCA recau sobre el sexe, ja que s'ha vist en quan a incidència d'aquesta lesió que el sexe femení tendeix a lesionar-se més que el sexe masculí. A partir d'aquí, són diversos els factors que s'han estudiat que puguin predisposar a les dones a patir la lesió a diferència dels homes, sent així la ruptura del LCA una lesió multifactorial (21).

Anatòmicament, hi ha estudis que defensen la teoria que degut a la diferència d'estructura de la pelvis i la consegüent alineació de les extremitats inferiors entre homes i dones es relaciona amb l'angle del quàdriceps (22). Tot i així, l'estudi de Gray et al., no troba cap correlació entre aquest angle i l'estructura anatòmica atribuïts a una lesió del LCA (23). Per altra banda, es defensa també que l'estructura intercondílica femoral de les dones és més estreta i que, per tant, el LCA és més petit. Aquest fet predisposaria a les dones davant una lesió del LCA (24).

Pel que fa al sistema hormonal, també s'han estudiat quines són les diferències entre homes i dones que poden predisposar a aquestes últimes a lesionar-se amb més freqüència. S'ha vist que principalment les hormones estrogen, progesterona i relaxina provoquen canvis en els sistemes neuromuscular i múscul-esquelètic en les dones. Per exemple, els estrògens incrementen la laxitud articular, provoquen canvis en el sistema nerviós central, etc. La relaxina per la seva part, juntament amb els estrògens, augmenten durant el cicle menstrual causant efectes en la funció dels músculs, tendons i lligaments (25–27).

Una altre sistema que presenta diferència entre sexes i que influencia en la incidència de lesions del LCA és el neuromuscular. S'ha vist que en situacions d'aterratge, els homes utilitzen tres vegades més que les dones l'activitat flexora de genoll de manera que fan un major ús de la musculatura isquiotibial. Això provoca unes diferències en els patrons de contracció muscular entre homes i dones que s'explica de tal manera que els primers tendeixen a ser "múscul-dominants" mentre que les dones "ligament-dominants". D'aquesta manera, en un estudi es va observar com responien homes i dones a una translació tibial anterior: els homes reclutaven els isquiotibials mentre que les dones reclutaven el quàdriceps. Aquest últim es coneix com la musculatura antagonista del LCA, augmentant així la tensió sobre aquest lligament sobretot en angles de flexió inferiors a 45° (27–29).

## 1.6. La lesió del LCA

### 1.6.1. Sistema propioceptiu.

La propiocepció és una modalitat de caràcter sensorial especialitzada que comprimeix tres funcions bàsiques: posició estàtica de l'articulació, detecció de moviment o acceleració de l'articulació (cinestèsia) i control de l'activitat eferent que regula les contraccions musculars reflexes. La reconstrucció del LCA després de la seva ruptura es

basa, en bona part, en restablir l'estabilitat del genoll recreant la restricció primària de la translació anterior de la tibia sobre el fèmur (30).

Hi ha diversos estudis que demostren una pèrdua del nombre de mecanoreceptors després d'una ruptura del LCA. A més, després d'això es va investigar si existia una correlació entre aquesta disminució i el temps des de la ruptura, fet que certs autors van corroborar (31–33). En l'estudi de Denti et al., no van trobar mecanoreceptors en el LCA un any després de la ruptura, i van demostrar una disminució gradual als 3 mesos després de la ruptura (34). Altres estudis també van observar un nombre significant de pèrdues de mecanoreceptors als 6 mesos després de la ruptura (34,35) .

En altres estudis s'ha vist com després de la ruptura, la porció residual del LCA s'adhereix al lligament creuat posterior (LCP) ja que la mida del romanent és una mica més llarga del que sol ser (35–37).

Tant aquesta pèrdua com inclús una possible persistència dels mecanoreceptors sembla dependre de la mida i del patró de curació secundari del romanent del LCA, ja que en pacients amb porció residual adherida al LCP s'ha observat presència de mecanoreceptors. Aquests resultats suggereixen que una porció residual més llarga (i que per tant s'adhereix al LCP) possiblement frenarà la disminució del nombre de mecanoreceptors després de la ruptura del LCA (35–37).

Alguns estudis han comparat els dèficits de propiocepció entre genolls lesionats i el contra lateral, i en genolls de pacients completament sans, trobant diferències entre tots en quan a tests de propiocepció. Comparant amb els pacients control, el genoll contra lateral dels pacients lesionats presentava dèficits de propiocepció. Certs autors proposen que l'arc de control reflex supra-espinal d'ambdues extremitats es veu afectat i que d'aquí surten aquests resultats (38–41).

#### **1.6.2. Sistema múscul-esquelètic.**

Quan es produeix una lesió del LCA, la conseqüent immobilització de l'extremitat afectada provoca un deterior significatiu de la funció del sistema múscul-esquelètic

d'aquesta extremitat, inclús sovint una pèrdua tant de la força com de la massa muscular. Aquesta immobilització situa l'extremitat en un estat completament passiu, reduint així la potenciació reflexa, l'activitat electro-miogràfica, la velocitat d'activació de la unitat motora, el potencial de membrana en repòs, factors neuro-tròfics i també les propietats mecàniques del múscul (42).

L'anomenada pèrdua de força és ràpida, amb un període d'immobilització tan sols d'una setmana que causa importants disminucions de la contracció màxima voluntària. L'atròfia muscular, en canvi, pot donar-se amb un ritme més lent inclús amb reduccions més petites però significatives de l'àrea de secció transversal després de períodes d'immobilització curts (42,43) .

La magnitud d'aquesta pèrdua o disminució de força després d'una immobilització és molt variable, depenent de l'edat i el sexe de l'individu, del grup muscular, de la durada i del mètode que s'ha utilitzat per immobilitzar. En l'extremitat inferior aquesta magnitud de pèrdua de força és més gran, amb un estudi que va demostrar una reducció del 47% de la contracció màxima voluntària del quàdriceps després de tres setmanes d'immobilització. Un estudi va demostrar com la immobilització del genoll alterava l'activitat electro-miogràfica dels vasts lateral i medial del quàdriceps, reduint fins a més del 40% la seva activació (44,45).

A més, la funció del sistema neuro-muscular s'ha vist alterada també en resposta a una immobilització, incloent alteracions de les propietats intrínseques de la motoneurona, pèrdua de l'eficàcia de la transmissió sinàptica a la motoneurona i de la representació cortical del múscul o músculs immobilitzats (46).

La immobilització deguda a la lesió i a la cirurgia causa tots aquests canvis que es produeixen en la força del múscul, i que provoquen una reducció de la força tant excèntrica, com concèntrica i isomètrica. A més, s'han observat canvis en les característiques de les fibres del vast lateral del quàdriceps i un canvi en l'expressió del gen de la miosina (proteïna contràctil). També té lloc una reducció dels tipus de fibres musculars I, IIa i IIx, mantenint-se fins a les dues setmanes després de la

immobilització. Aquests canvis inter-musculars són deguts més a que disminueix la taxa de síntesi de proteïnes, i no tant per un augment de la degradació de proteïnes (42).

Molts estudis han observat que la immobilització induïx a reduccions de la força com a resultat d'adaptacions neuronals, ja que s'ha investigat que l'activitat neuronal amb electromiografia de superfície (EMG) després d'un període d'immobilització de tres setmanes es veu reduïda més d'un 43%. També s'han observat reduccions de la velocitat d'activació de la unitat motora intra-muscular mitjançant EMG després d'una immobilització. Així doncs, si aquestes adaptacions neuronals són realment responsables de la reducció de la funció muscular després d'un període d'immobilització, existeix la possibilitat que el treball amb Cross-Education proporcioni un mitjà per reduir els efectes perjudicials mantenint la funció de la via cortico-espinal innervant l'extremitat afectada (42,46–48).

### 1.7. Tipus de cirurgia

En cas que els pacients presentin lesions concomitants d'altres estructures com meniscs o lligaments laterals, i a sobre requereixin una tornada a l'activitat física similar a la que presentaven abans de la lesió o que el seu dia a dia requereixi gran nombre d'adaptacions, es suggereix recórrer a tractament quirúrgic per a la reconstrucció del LCA.

En referència a les reconstruccions podem trobar-ne de diferents tipus com els auto-empelts de tensor de la fàscia lata, de tendó rotulià, de tendó semi-tendinós o gràcil, o també alo-empelts (provinents de cadàver) o empelts sintètics. Hi ha casos on s'utilitza la tècnica os-tendó rotulià-os (2,49).

Tot i així, els dos empelts més utilitzats per a les reconstruccions del LCA són el tendó rotulià i un tendó construït pels tendons del múscul gràcil i semi-tendinós.



Funcionalment, el genoll ha resultat ser estable en més del 95% dels casos de reconstruccions (50).

El tendó rotulià presenta unes grans propietats de fixació estructural i una accessibilitat molt bones, tot i que sovint s'associa negativament a una pèrdua de força del quàdriceps. Per la seva part, el tendó d'isquiotibials format pel múscul gràcil i semitendinos per la seva composició suporta major forces de tensió que el tendó rotulià, a pesar de que resulta més difícil d'accedir-hi i també es relaciona amb pèrdua de força d'isquiotibials i de la seva resistència al llarg dels 9 mesos després de la lesió (50) .

### 1.8. Cross-Education

Històricament, el terme Cross-Education o Cross-Training va sortir de la mà de la investigadora Emily M. Brown que, utilitzant un manòmetre de força, va descobrir com entrenant durant 13 dies la força de premsió de la mà dreta, augmentava un 43% la força de la musculatura en la mà esquerra. Aquest fenomen pel qual entrenant la força d'una extremitat s'indueix un augment de força en l'extremitat contra lateral es coneix com Cross-Education, i el mètode de treball que es porta a terme per donar lloc a aquest fenomen s'anomena Cross-Exercise (51). A partir d'aquí, van ser molts els investigadors interessats en descobrir per mitjà de quin mecanisme es produeix aquest efecte ja que no es sabia del tot cert el perquè ni el com s'havia aconseguit aquell fet (52–55).

Primerament, van ser dos els mecanismes que es consideraven com a causants d'aquest efecte: el primer, una espècie de “desbordament” de l'impuls nerviós provocat per la força unilateral que arribava a l'extremitat contra lateral i que provoca adaptacions del sistema de control d'aquesta extremitat; i en segon lloc, adaptacions neuromusculars que s'associen en ambdues extremitats pel simple fet de la força de contracció d'una d'elles (51).

A partir d'aquí, molts mecanismes fisiològics (musculars, medul·lars, corticals i subcorticals) van començar a ser estudiats per observar què succeïa en cada un d'ells, on encara a dia d'avui no estan sustentats per una evidència científica sòlida.

- Mecanismes musculars.

Durant un entrenament de força, els músculs implicats estan sotmesos a diferents adaptacions que contribueixen a augmentar la capacitat de generació d'aquesta força. Les adaptacions corresponents inclouen hipertròfia, canvis en les concentracions d'enzims musculars o modificacions en la composició de la proteïna contràctil (56).

Quan es donen aquestes adaptacions en un entrenament de força, es poden generar altres adaptacions musculars en l'extremitat no entrenada mitjançant diversos processos, el més evident dels quals és el procés anabòlic. Això s'explica ja que durant l'entrenament de resistència tenen lloc canvis hormonals anabòlics en el múscul que van acompanyats d'uns mediadors sistèmics, els quals tenen accés directe als músculs de l'extremitat no entrenada (57).

Tot i així, hi ha altres idees que refusen aquest fet, com per exemple que un entrenament unilateral produeix massa poca activació de la unitat motora de l'extremitat no entrenada per conduir a les anomenades adaptacions musculars. No obstant, en alguns casos sí que s'ha vist que l'efecte d'entrenament de força contra lateral també es produeix en absència d'activitat contra lateral significativa (51,54,58,59) .

Es varen realitzar diversos estudis antropomètrics, d'imatge i histològics per estudiar l'activació dels tipus de fibra i/o de l'àrea transversal del múscul, i no es van observar proves clares de força provocada per l'entrenament contra lateral, tot i que els mateixos autors van defensar que no s'han de descartar en cap moment els possibles efectes contra laterals d'aquest entrenament ja que les proves utilitzades no tenien suficient sensibilitat per detectar adaptacions de músculs petits (60–63).

- Mecanismes de la medul·la espinal.

Hi ha evidència que suggereix que es produeixen adaptacions en els circuits de la medul·la espinal després dels entrenaments de força tot i que són incapaços de determinar les vies espinals específiques que poden estar-hi implicades (64).

El reflex de Hoffman és un reflex elèctric que es produeix per quantificar l'eficàcia de la 1a via de la neurona aferent motora, de manera que es fa servir per investigar els increments d'aquest reflex després d'entrenaments de força (65).

Només tres estudis han observat canvis significatius en els reflexes de Hoffman de les extremitats no entrenades, de manera que això suggereix que les adaptacions neuronals es produeixen a nivells corticals superiors tot i no descartar les adaptacions de la medul·la espinal (66–68).

- Mecanismes corticals.

L'extensa xarxa de circuits que es troba distribuïda per tot el recorregut dels lòbuls frontals del còrtex cerebral es veu implicada en la planificació i execució del moviment voluntari. Aquestes àrees motores estan organitzades des de la presa de decisions d'ordre superior i la planificació en regions prefrontals fins a un control relativament directe de la sortida moto-neuronal a l'escorça motora primària o còrtex motor primari (M1) (51).

Les connexions inter-hemisfèriques complexes i les fibres cortico-espinals ipsi-laterals del M1 proporcionen certes vies per a que l'impuls neural estimuli el múscul homòleg de l'extremitat contrària durant una contracció unilateral (55).

Durant el moviment d'una extremitat es descriu una activitat cortico-espinal bilateral anomenada "irradiació motora", que es reconeix com el principal mecanisme que contribueix en la transferència de força observada després d'un entrenament, i que està regulat pel M1, per l'àrea motora suplementària, per l'àrea motora cinglada i per l'àrea prefrontal (69).

A nivell d'investigació, s'utilitza l'estimulació magnètica transcranial que examina adaptacions dins de la via cortico-espinal, on en diversos estudis s'han vist augments en l'excitabilitat cortico-espinal que innerva l'extremitat que es troba en repòs, mentre és l'extremitat oposada que realitza les contraccions moderades o fortes (70–72).

Les complexes connexions horitzontals entre la M1 dreta i la M1 esquerra poden actuar per transmetre l'activitat excitadora i disminuir l'activitat inhibidora del còrtex motor actiu al còrtex motor inactiu, que és descrit com un efecte de “desbordament”. Hi ha hagut estudis que han indicat que l'entrenament unilateral crònic induïx una combinació de major excitabilitat i menor inhibició en les estructures neurals que innerven l'extremitat no entrenada contra lateral, que pot actuar com a mecanisme primari responsable de l'augment de força d'aquesta extremitat (73,74).

A més també, s'ha vist com les fibres cortico-espinals no només innerven músculs axials, sinó que tenen també potencial per innervar músculs d'extremitats distals, especialment al restablir el moviment després de les lesions en la M1. Això suposa que l'excitació de les vies ipsi-laterals dels músculs no entrenats a través de les fibres cortico-espinals pot contribuir a la irradiació motora i a l'augment de la força en el Cross-Education (75).

En un estudi on s'utilitza la ressonància magnètica per imatge funcional s'han mostrat canvis en l'activació cerebral que suposa una reorganització a nivell del sistema nerviós central després d'una lesió perifèrica. Les comparacions entre els grups amb pacients amb ruptura del LCA i pacients no afectats (grup control) van revelar que aquest últim grup mostrava un canvi de la senyal de ressonància magnètica superior en comparació amb els pacients amb la ruptura del LCA al tàlem contra lateral, escorça post parietal, àrea sensorio-motora primària (SM1), ganglis basals, àrea de motor secundària (SII), àrea motor cinglada còrtex pre-motor i en el cerebel ipsi-lateral. En canvi, els pacients amb ruptura del LCA van mostrar un canvi de senyal de ressonància magnètica més alta que els pacients control a l'àrea motriu contra lateral I, l'àrea somato-sensorial secundària posterior contra lateral i en el gir temporal inferior inferior ipsilateral (38).

- Mecanismes subcorticals.

Es sap poc sobre el potencial d'interacció neuronal transversal en els centres subcorticals implicats en el control del moviment, com ara els ganglis basals, el cerebel i els nuclis troncs. No obstant, les connexions anatòmiques inter-hemisfèriques dins dels bucles cortico-subcòrfics són existents, igual que la implicació de les interneurons propi-espinals en la interacció bilateral entre els hemi-cords, de manera que es planteja la possibilitat que les àrees subcorticals del cervell estiguin implicades en l'entrenament de la força contra lateral (51).

### 1.9. Justificació

La lesió de ruptura del LCA és molt freqüent en la població i suposa un gran impediment per a la realització de la majoria de tasques i activitats de la vida diària. Un estudi realitzat en una mútua d'accidents de treball i malalties professionals va detectar que després de la rehabilitació accelerada posterior a la reconstrucció quirúrgica del LCA amb la tècnica del tendó rotulià, la mitjana de baixa laboral va ser de 127 dies (76). És per això que la complexitat de la lesió requereix un treball de rehabilitació adequat per tal de recuperar i minimitzar totes les pèrdues a nivell de l'organisme que s'han produït, i d'aquesta manera tornar a la rutina d'activitats de la vida diària el més aviat possible en un estat òptim segons cada individu (1).

El fet que s'hagi observat que el risc de re-lesió sigui molt major davant la possibilitat de ruptura per primer cop suggereix que no hi ha cap tractament que funcioni del tot perfecte actualment (7).

Des del descobriment del fenomen del Cross-Education, s'han portat a terme molts estudis per analitzar i observar fins a quin punt es donen les transferències de força d'una extremitat a una altra després d'un entrenament. En una revisió de Ashlyn K. Frazer et al., s'hi inclouen 13 estudis d'extremitat superior (musculatura de canell, mà i flexora de colze), 12 estudis de musculatura extensora de genoll que ho fan amb

pacients sans sense cap tipus de lesió, i 4 estudis de musculatura de turmell. S'ha vist que hi ha una clara millora de l'extremitat no entrenada a causa del treball de "Cross-Exercise" en tots els estudis, havent una magnitud de la transferència de la força major en les extremitats superiors que en les extremitats inferiors (26% vs 9%, respectivament) (77).

S'ha portat a terme, també, una revisió sistemàtica sobre l'efectivitat del treball de "Cross-Exercise" amb diversos estudis que investiguen tant la força de la musculatura de l'extremitat superior com de l'extremitat inferior. En aquest últim cas, però, la mostra de pacients que s'agafa per valorar la força de quàdriceps són pacients sans, sense cap tipus de patologia de manera que no pugui afectar a les avaluacions de la força, com pugui ser una ruptura del LCA (78).

A més, Monika Ehrensberger et al., també han portat a terme una revisió sistemàtica del treball amb "Cross-Exercise" en pacients amb malalties com ICTUS, on s'ha conclòs que aquest tipus de treball té un impacte positiu per aquests pacients (79).

Hi ha certs estudis controlats aleatoritzats que s'han realitzat en pacients lesionats per avaluar la força de la musculatura afectada com a conseqüència de la immobilització que ha suposat la pròpia lesió. Per exemple, s'han realitzat un estudi en pacients amb fractura distal de radi on s'ha avaluat l'efectivitat del treball de "Cross-Exercise" per a la musculatura de l'avantbraç afectada (80). A més, un estudi inclou pacients amb alguna lesió de l'extremitat inferior, com per exemple fractura de tibia o lesió del LCP. En aquest estudi s'investiga l'efectivitat del treball de "Cross-Exercise" en quan a l'activitat muscular de l'extremitat inferior lesionada (81). No obstant, en cap cas es prenen com a mostra d'investigació pacients amb una lesió del LCA.

D'aquesta manera, l'objectiu d'aquesta revisió bibliogràfica és identificar si l'efecte del treball amb Cross-Exercise després d'una ruptura del LCA és beneficiós per als pacients o no, i per tant, en funció dels resultats que s'obtinguin dels estudis analitzats aportar informació de cara a la pràctica clínica i a pròximes línies d'investigació.

## 2. OBJECTIUS

### 2.1. Objectiu general

Avaluar l'efectivitat del treball de "Cross-Exercise" en quan a la força de quàdriceps, distància de salt uni-podal i temps de reacció accelerat de quàdriceps en pacients d'entre 17 i 60 anys intervinguts quirúrgicament d'una ruptura del LCA.

### 2.2. Objectius específics

-Determinar l'efecte del treball de "Cross-Exercise" en quan a la força de quàdriceps en pacients d'entre 17 i 60 anys intervinguts quirúrgicament d'una ruptura del LCA.

-Determinar l'efecte del treball de "Cross-Exercise" en quan a la distància de salt uni-podal en pacients d'entre 17 i 60 anys intervinguts quirúrgicament d'una ruptura del LCA.

-Determinar l'efecte del treball de "Cross-Exercise" en quan al temps de reacció accelerat de quàdriceps en pacients d'entre 17 i 60 anys intervinguts quirúrgicament d'una ruptura del LCA.

## 3. METODOLOGIA

### 3.1. Pregunta d'investigació

En aquesta revisió, la pregunta d'investigació va ser formulada mitjançant l'estratègia PICO (Pacient, Intervenció, Comparació, Resultats) la qual va ser: és efectiu el treball de "Cross-Exercise" en quan a la força de quàdriceps, a la distància de salt uni-podal i al temps de reacció accelerat de quàdriceps en pacients d'entre 17 i 60 anys intervinguts quirúrgicament d'una ruptura del LCA?

**Taula 1.** Pregunta d'investigació en format PICO.

PACIENT	INTERVENCIÓ	COMPARACIÓ	"OUTCOMES" (RESULTATS)
Pacients d'entre 17 i 60 anys intervinguts quirúrgicament d'una ruptura total del LCA.	Treball de "Cross-Exercise".	Comparació amb un grup sense treball de "cross-exercise" o amb grups amb treball "cross-exercise" amb diferents programes d'entrenament (freqüència de dies de treball, tipus de contraccions, etc).	Força de quàdriceps, distància de salt unipodal i temps de reacció accelerat de quàdriceps.

### 3.2. Estratègia de recerca

Després de la formulació de la pregunta d'investigació, es va portar a terme la recerca bibliogràfica en les bases de dades PubMed, Cochrane, PedRO i Google Scholar. Des del novembre de 2018 fins al març de 2019 es va recercar tota la bibliografia en aquestes diferents bases de dades utilitzant els termes MeSH "Cross-Education", "Cross-Exercise", "Cross-Training" i "contra lateral limb" en combinació amb "ACL", "ACL reconstruction" i "anterior cruciate ligament" mitjançant els operadors booleans AND i OR. Aquesta estratègia de recerca es troba disponible en una taula en l'annex I.



### 3.3. Criteris d'inclusió i exclusió

Els estudis inclosos en aquesta revisió sistemàtica acorden els següents criteris:

#### **CRITERIS D'INCLUSIÓ**

- Estudis Controlats Aleatoritzats.
- Resultats sobre la comparació d'un o més grups experimentals realitzant un treball de "Cross-Exercise" a part del protocol rehabilitador, amb un grup control realitzant sols el protocol rehabilitador.
- Pacients intervinguts d'una ruptura del LCA.
- Articles disponibles en anglès o castellà.

#### **CRITERIS D'EXCLUSIÓ**

- Pacients amb patologies sistèmiques, dèficits mentals o accidents cerebrals recents.

### 3.4. Avaluació de la qualitat metodològica dels estudis

Es van avaluar metodològicament els estudis inclosos en aquesta revisió sistemàtica mitjançant una eina d'avaluació per estudis quantitius, anomenada Critical Review Form-Quantitative Studies (CRF-QS) i desenvolupada per Law, M. Aquesta eina permet avaluar els estudis controlats aleatoritzats mitjançant uns criteris, cada un representant elements claus en la qualitat metodològica d'un estudi d'investigació (82). Els criteris són dinou i són els següents (83):

- **Propòsit de l'estudi.**
  1. Objectius clarament definits.
- **Literatura.**
  2. Literatura rellevant.
- **Disseny.**
  3. Disseny apropiat de l'estudi.
  4. No presenta biaixos.

- **Mostra.**
  5. Nombre de la mostra.
  6. Descripció detallada de la mostra.
  7. Obtenció del consentiment informat.
- **Mesurament dels resultats.**
  8. Validesa de les mesures dels resultats.
  9. Fiabilitat de les mesures dels resultats.
- **Intervenció.**
  10. Descripció detallada de la intervenció.
  11. Contaminació evitada.
  12. Co-intervenció evitada
- **Resultats.**
  13. Informe dels resultats estadístics.
  14. Mètodes apropiats per a l'anàlisi estadístic.
  15. Informe de rellevància clínica dels resultats.
  16. Registre d'abandonaments.
- **Conclusions i implicacions clíniques.**
  17. Conclusions apropiades.
  18. Informe de les implicacions clíniques.
  19. Coneixement de les limitacions de l'estudi.

El sistema que es va utilitzar a l'hora de puntuar aquests estudis va seguir una guia estandarditzada. En cas de que l'article complís el criteri, la seva puntuació seria d'1; d'altra banda, si no es complia, es va puntuar com 0. La puntuació màxima era 19 i indicava una excel·lent qualitat metodològica. La qualitat metodològica es va dividir en 5 categories segons de la puntuació que s'havia obtingut: pobre  $\leq 11$ , acceptable de 12-13, bona de 14-15, molt bona de 16-17 i excel·lent  $\geq 18$  (82).

Finalment, es varen calcular els percentatges de cada puntuació de manera que la comparació els resultats de qualitat dels diferents estudis resultés més fàcil. En

aquesta taula es pot veure el resum de la puntuació, de la categoria i del percentatge de cada estudi.

**Taula 2.** Qualitat metodològica segons CRF-QS dels estudis inclosos

Criteris	Autors					
	Tjerk Zult et al., (may 2018)	Tjerk Zult et al., (august 2018)	Gulcan Harput et al., (2018)	Maria Papandreou et al., (2012)	Maria G, Papandreou et al., (2009)	Maria G, Papandreou et al., (2007)
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1
4	0	0	0	0	0	0
5	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1
8	0	0	0	0	0	0
9	1	1	1	0	1	1
10	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1
12	1	0	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1
16	1	1	0	0	0	0
17	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1
19	1	0	1	1	1	1
TOTAL	17/19	15/19	16/19	15/19	16/19	16/19
TOTAL (%)	89,47%	78,94%	84,21%	78,94%	84,21%	84,21%
CATEGORIA METODOLÒGICA	Excel·lent	Bona	Molt bona	Bona	Molt bona	Molt bona

\*0: criteri no complert; 1: criteri complert

\*\*Categoria Metodològica: pobre (puntuació ≤11); acceptable (puntuació 12-13); bona (puntuació 14-15); molt bona (puntuació 16-17); i excel·lent (puntuació 18-19)

### 3.5. Anàlisi de la metodologia dels estudis

Els assajos clínics aleatoritzats ben dissenyats i executats correctament proporcionen la millor evidència sobre l'efecte de les intervencions sanitàries. Per a poder avaluar la metodologia d'un estudi d'aquest tipus, és necessària una descripció detallada, exacta i transparent, de com s'ha dissenyat l'estudi, la seva execució, l'anàlisi i els resultats finals. (84).

Per a poder portar això a terme, es va utilitzar la declaració CONSORT (acrònim de CONSolidated Standards Of Reporting Trials) com a eina per avaluar cada article d'aquesta revisió sistemàtica. Aquesta eina consta d'una llista de comprovació de 25 ítems que són considerats crítics i que per tant s'haurien d'incloure en tot informe d'un assaig clínic (84).

Es pot observar la taula de la declaració CONSORT 2010 amb l'explicació dels corresponents ítems en l'annex II.

**Taula 3.** Declaració CONSORT dels articles inclosos.

Criteris	Autors					
	Tjerk Zult et al., (may 2018)	Tjerk Zult et al., (august 2018)	Gulcan Harput et al., (2018)	Maria Papandreou et al., (2012)	Maria G, Papandreou et al., (2009)	Maria G, Papandreou et al., (2007)
1a	1	1	1	0	0	0
1b	1	1	1	0	1	0
2a	1	1	1	0	1	1
2b	1	1	1	1	1	1
3a	1	1	0	0	0	0
3b	0	0	0	0	0	0
4a	1	1	1	1	1	1
4b	1	1	0	1	1	1
5	0	1	0	0	0	0
6a	1	1	1	1	1	1
6b	0	0	0	0	0	0
7a	1	0	1	0	0	0
7b	1	1	0	0	0	0
8a	1	1	1	1	1	1
8b	0	0	0	0	0	0
9	1	1	0	0	0	0
10	1	1	0	0	0	0
11a	1	1	1	0	1	0
11b	0	0	0	0	0	0
12a	1	1	1	1	1	1
12b	1	0	0	1	0	0
13a	1	0	0	0	0	0
13b	1	0	0	0	0	0
14a	1	1	1	1	1	1
14b	0	0	0	0	0	0
15	1	1	1	1	1	1
16	1	1	0	0	0	0
17a	1	1	1	1	1	1
17b	0	0	0	0	0	0
18	0	1	0	1	0	0
19	0	0	0	0	0	0
20	1	0	1	1	1	1
21	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0
23	1	1	0	0	0	0
24	1	0	0	0	0	0
25	0	1	0	0	0	0

\*0: criteri no complert, 1: criteri complert.

### 3.6. Avaluació dels riscos de biaix dels estudis

A més de realitzar la comprovació de la declaració CONSORT, l'avaluació de la metodologia va ser complementada amb una eina de la col·laboració Cochrane per valorar els riscos de biaix més comuns que poden presentar els articles. D'aquesta manera es avaluar críticament la seva qualitat i saber la fiabilitat amb un cert grau de confiança(85).

Aquesta eina de col·laboració Cochrane consta dels següents dominis (86):

- Biaix de selecció.
  - Generació de la seqüència.
  - Ocultació de l'assignació.
- Biaix de realització.
  - Cegament dels pacients i del personal.
- Biaix de detecció.
  - Cegament dels avaluadors del resultat.
- Biaix de desgast.
  - Dades de resultats incomplets.
- Biaix de notificació.
  - Notificació selectiva dels resultats.
- Altres fonts de biaixos.

Els estudis poden classificar-se llavors en tres categories (86):

- Baix risc de biaix: biaix possible, però amb baixa probabilitat d'afectar als resultats.
- Risc poc clar de biaix: biaix possible, falta d'informació que podria afectar als resultats.
- Alt risc de biaix: biaix possible que debilita seriosament la confiança dels resultats.

La taula resum per a la valoració dels biaixos dels estudis inclosos queda plasmada a continuació en la taula 4. L'elaboració dels ítems amb el corresponent comentari i cita de cada un dels biaixos per a cada article es pot veure en les taules de l'annex III.

**Taula 4.** Resum de la valoració del risc de biaix de cada estudi.

Baix risc de biaix: ✓

Risc poc clar de biaix: ?

BIAIXOS	AUTORS						
		T Zult et al., (may 2018)	T Zult et al., (august 2018)	Gulcan Harput et al., (2018)	M Papandreou et al., (2012)	M Papandreou et al., (2009)	M Papandreou et al., (2007)
SELECCIÓ	Generació seqüència	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Ocultació assignació	✓	✓	✓	?	?	?
REALITZACIÓ	Cegament pacients i personal	?	?	✓	?	?	?
DETECCIÓ	Cegament avaluadors	✓	✓	✓	?	✓	?
DESGAST	Dades resultats incomplets	✓	✓	✓	?	✓	✓
NOTIFICACIÓ	Selectivitat resultats	✓	?	?	?	?	?

### 3.7. Resultats de l'estratègia de recerca

En un primer instant, es van identificar a través de l'estratègia de recerca un total de 391 estudis, els quals van quedar-se en 372 un cop eliminats els duplicats. D'aquests, se'n va analitzar el títol i el resum en context amb els motius d'inclusió i en van quedar 21 de disponibles, dels quals se'n va llegir el text complet. Un cop més i seguint els criteris d'inclusió i exclusió, van ser 6 els estudis seleccionats per a ser avaluats metodològicament, els quals van ser tots inclosos en la revisió sistemàtica (87–92).

El nombre de registres identificats, inclosos i exclosos amb els corresponents motius d'exclusió d'aquesta revisió sistemàtica van ser detallats seguint el model de diagrama de flux PRISMA. Aquest diagrama mostra el flux d'informació a través de les diferents fases d'una revisió sistemàtica (93). La figura 1 representa la informació del flux.

### 3.8. Extracció i anàlisi de dades

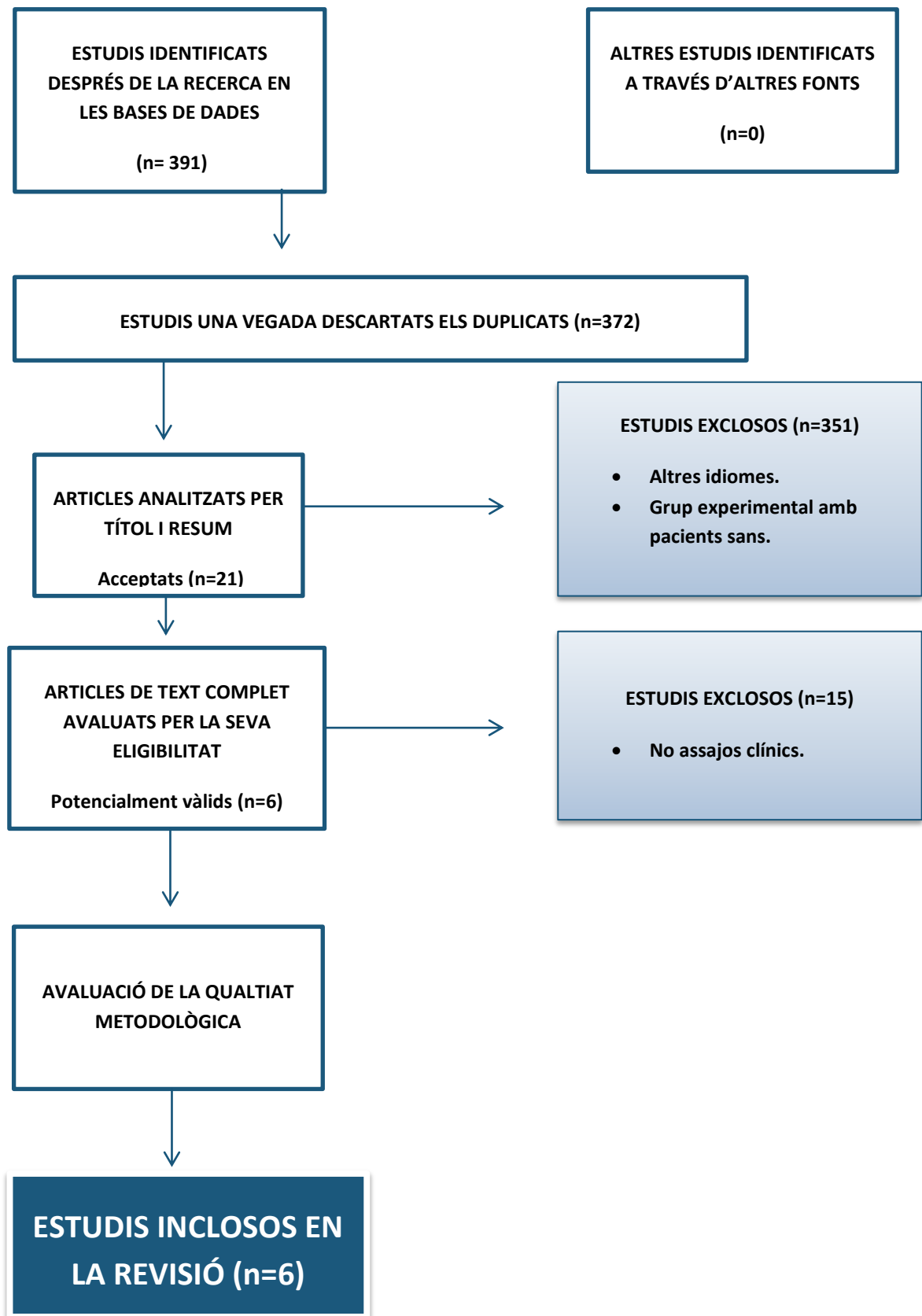
Les dades dels estudis que van ser finalment vàlids per a la seva inclusió en la revisió sistemàtica després d'aplicar els criteris d'elegibilitat van ser extretes seguint el format anteriorment esmentat PICO (Pacient, Intervenció, Comparació, Resultats) (94).

- Pacients: nombre i tipus de pacients que participen en els estudis.
- Intervenció: tipus d'intervenció, freqüència i duració.
- Comparació: grup control o comparació entre grups experimentals i grup control.
- “Outcomes” (Resultats): força de quàdriceps (en ocasions de la cama intervinguda i en altres també en la no intervinguda), distància de salt unilateral amb la cama intervinguda i temps de reacció accelerat de quàdriceps.

Aquestes dades es troben plasmades en la taula 5.



**Figura 1.** Diagrama de flux segons el criteri PRISMA per a l'estratègia de recerca (93).



**Taula 5.** Extracció i anàlisi de les dades dels articles inclosos.

AUTORS	PACIENT	INTERVENCIÓ	COMPARACIÓ	RESULTATS
<b>Tjerk Zult et al., (may 2018)</b>	Pacients (n=43) d'entre 18 i 60 anys intervinguts per una ruptura de LCA.	Programa rehabilitador LCA + Treball "Cross-Exercise" concèntric de la setmana 1 a la 12 post IQ.  "Premsa de cames" + "Extensió de cames": 3 sèries de 8-12 repeticions.	Grup control (n=21): només programa rehabilitador LCA durant 36 primeres setmanes post IQ.	<b>FORÇA QUÀDRICEPS (cama intervinguda)</b> -Setmana 5 disminució 35%, setmana 12 disminució 12%, setmana 26 increment 11% ( $p \leq 0.002$ ). <b>FORÇA QUÀDRICEPS (cama no intervinguda)</b> -Setmana 5 increment 6%, setmana 12 increment 12%, setmana 26 increment 14% ( $p \leq 0.002$ ).
<b>Tjerk Zult et al., (august 2018)</b>	Pacients (n=43) d'entre 18 i 60 anys intervinguts per una ruptura de LCA.	Programa rehabilitador LCA + Treball "Cross-Exercise" concèntric de la setmana 1 a la 12 post IQ.  "Premsa de cames" + "Extensió de cames": 3 sèries de 8-12 repeticions.	Grup control (n=21): només programa rehabilitador LCA durant 36 primeres setmanes post IQ.	<b>FORÇA QUÀDRICEPS (cama intervinguda)</b> -Setmana 5 disminució 38%, setmana 12 disminució 14-16%, setmana 26 increment 5-13% ( $p < 0.05$ ). <b>FORÇA QUÀDRICEPS (cama no intervinguda)</b> -Setmana 5 increment 3-8%, setmana 12 increment 8-12%, setmana 26 increment 8-14% ( $p < 0.05$ ).  <b>Single leg hop distance:</b> Cama intervinguda: Grup Experimental: 121 (42) i Grup Control 120 (35). Cama no intervinguda: Grup Experimental 144 (33) i Grup Control 139 (28) ( $p = 0.039$ ).

<b>Gulcan Harput et al., (2018)</b>	Pacients (n=48) d'entre 17 i 45 anys intervinguts per una ruptura de LCA.	Programa rehabilitador LCA + Treball "Cross-Exercise" entre setmanes 4 i 12 post IQ.  3 sèries de 12 repeticions a 60º/s.	Grup control (n=16): només realitzava programa rehabilitador LCA de la setmana 1 a la 12 post IQ. Grup experimental 1 (n=16): programa rehabilitador per a LCA + treball Cross-Exercise concèntric. Grup experimental 2 (n=16): programa rehabilitador per a LCA. + treball Cross-Exercise excèntric.	<b>FORÇA QUÀDRICEPS (cama intervinguda)</b> Setmana 4: GEC: $1.2 \pm 0.5$ , GEE: $1.2 \pm 0.3$ , GC: $1.2 \pm 0.4$ (p>0.05) Setmana 12: GEC: $2.5 \pm 0.5$ , GEE: $2.5 \pm 0.4$ , GC: $2.1 \pm 0.5$ (p=0.04) Setmana 24: GEC: $2.9 \pm 0.4$ , GEE: $3.0 \pm 0.5$ , GC: $2.4 \pm 0.3$ (p=0.03) <b>FORÇA QUÀDRICEPS (cama no intervinguda)</b> Setmana 4: GEC: $2.6 \pm 0.6$ , GEE: $2.5 \pm 0.5$ , GC: $2.5 \pm 0.5$ (p>0.05). Setmana 12: GEC: $3.1 \pm 0.4$ , GEE: $3.2 \pm 0.3$ , GC: $2.6 \pm 0.4$ (p<0.001) Setmana 24: GEC: $3.2 \pm 0.6$ , GEE: $3.5 \pm 0.5$ , GC: $3.0 \pm 0.4$ (p=0.01)
				<b>One Leg Hop Distance:</b> GEC: $88.9 \pm 10.5$ , GEE: $91.8 \pm 13$ GC: $91.9 \pm 9.1$
<b>Maria Papandreou et al., (2012)</b>	Pacients (n=42) d'entre 20 i 25 anys intervinguts per una ruptura de LCA.	Programa rehabilitador LCA + Treball "Cross-Exercise" excèntric.  8 setmanes 5 sèries de 6 repeticions contraccions excèntriques al 80%.	Grup control (n=14) que realitzava només el protocol rehabilitador LCA. Grup experimental 1 (n=14): protocol rehabilitador per LCA + treball Cross-Exercise excèntric 3 dies per setmana Grup experimental 2 (n=14): protocol rehabilitador per LCA + treball Cross-Exercise excèntric 5 dies per setmana	<b>FORÇA QUÀDRICEPS (cama intervinguda)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>GE 3d/set: <math>344.80 \pm 135.23</math> (p=0.04)</li> <li>GE 5d/set: <math>295.50 \pm 84.80</math> (p&lt;0.001)</li> <li>GC: <math>225.30 \pm 122.30</math></li> </ul> <b>FORÇA QUÀDRICEPS (cama no intervinguda) (p&gt;0.05)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>GE 3d/set: <math>458.75 \pm 87.33</math></li> <li>GE 5d/set: <math>394.00 \pm 91.20</math></li> <li>GC: <math>487.95 \pm 108.33</math></li> </ul>
<b>Maria Papandreou et al., (2009)</b>	Pacients (n=42) d'entre 20 i 25 anys intervinguts per una ruptura	Programa rehabilitador LCA + Treball "Cross-Exercise" excèntric.	Grup control (n=14) que realitzava només el protocol rehabilitador per LCA.	<b>TEMPS DE REACCIÓ ACCELERAT QUÀDRICEPS (cama intervinguda)</b> <b><u>45º de flexió de genoll (p=0.67):</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>GE 3d/set: <math>3.05 \pm 0.90</math></li> <li>GE 5d/set: <math>3.45 \pm 1.13</math></li> </ul>

	de LCA.	8 setmanes 5 sèries de 6 repeticions contraccions excèntriques al 80%.	<p>Grup experimental 1 (n=14): protocol rehabilitador per LCA + treball Cross-Exercise excèntric 3 dies per setmana.</p> <p>Grup experimental 2 (n=14): protocol rehabilitador per LCA + treball Cross-Exercise excèntric 5 dies per setmana.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ GC: <math>2.88 \pm 0.68</math></li> </ul> <p><b>60º de flexió de genoll (p=0.75):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ GE 3d/set: <math>2.82 \pm 0.70</math></li> <li>○ GE 5d/set: <math>3.45 \pm 0.96</math></li> <li>○ GC: <math>3.27 \pm 0.99</math></li> </ul> <p><b>90º de flexió de genoll:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ GE 3d/set: <math>2.45 \pm 0.73</math> (p=0.01).</li> <li>○ GE 5d/set: <math>3.37 \pm 1.02</math></li> <li>○ GC: <math>2063.42 \pm 0.82</math></li> </ul>
<b>Maria Papandreou et al., (2007)</b>	Pacients (n=42) d'entre 20 i 25 anys intervinguts per una ruptura de LCA.	<p>Programa rehabilitador LCA + Treball "Cross-Exercise" excèntric.</p> <p>8 setmanes 5 sèries de 6 repeticions contraccions excèntriques al 80%.</p>	<p>Grup control (n=14) que realitzava només el protocol rehabilitador per LCA.</p> <p>Grup experimental 1 (n=14): protocol rehabilitador per LCA + treball Cross-Exercise excèntric 3 dies per setmana.</p> <p>Grup experimental 2 (n=14): protocol rehabilitador per LCA + treball Cross-Exercise excèntric 5 dies per setmana.</p>	<p><b>FORÇA QUÀDRICEPS (cama intervinguda)</b></p> <p><b>45º de flexió de genoll:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ GE 3d/set: <math>312.5 \pm 106.1</math> (p=0.02)</li> <li>○ GE 5d/set: <math>259.0 \pm 71.2</math></li> <li>○ GC: <math>214.0 \pm 96.0</math></li> </ul> <p><b>90º de flexió de genoll:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ GE 3d/set: <math>325.9 \pm 99.8</math> (p&lt;0.01).</li> <li>○ GE 5d/set: <math>261.7 \pm 80.3</math></li> <li>○ GC: <math>206.0 \pm 96.4</math></li> </ul>

*IQ: Intervenció quirúrgica.*

*GEE: Grup Experimental Excèntric.*

*GEC: Grup Experimental Concèntric.*

*GE 3d/set: Grup Experimental de 3 dies per setmana d'entrenament.*

*GE 5d/set: Grup Experimental de 5 dies per setmana d'entrenament.*

### 3.9. Avaluació dels resultats

Els resultats dels estudis inclosos en aquesta revisió sistemàtica es varen considerar estadísticament significatius quan el valor  $p < 0.05$  i no significatius quan  $p \geq 0.5$ . Tot i això, resulta difícil comparar el nivell de significació entre ells ja que cada estudi valora diferents punts en el temps de rehabilitació en quan a setmanes post intervenció quirúrgica (IQ), s'utilitzen diferents mesures per valorar la força de quàdriceps, i les intervencions amb treball de "Cross-Exercise" varien d'un estudi a un altre.

## 4. RESULTATS

### 4.1. Avaluació de la qualitat metodològica dels estudis.

La qualitat metodològica dels estudis inclosos en aquesta revisió sistemàtica va oscil·lar entre un mínim del 78.94% (87) i un màxim del 89.47% (89). No va ser necessària l'exclusió de cap estudi ja que tots presentaren una qualitat metodològica entre "bona" i "excel·lent".

Un dels estudis va complir disset dels dinou criteris establerts en el CRF-QS, categoritzant-se així en "excel·lent". Els únics dos criteris que no va complir van ser "no presenta biaixos" i "validesa de les mesures de resultat" (89).

Un estudi va mostrar una categoria metodològica "bona", deixant de complir els criteris de "no presenta biaixos", "validesa de les mesures de resultat", "co-intervenció evitada" i "coneixement de les limitacions" (87).

Els quatre estudis restants van complir setze dels dinou criteris i se'ls va categoritzar amb una qualitat metodològica "molt bona". D'aquests tres criteris no complerts, dos van presentar-se comuns en els quatre estudis: "no presenta biaixos" i "validesa de les mesures de resultat" (88,90–92).

Aleshores, cap estudi va complir els criteris de "no presenta biaixos" i "validesa de les mesures de resultat" (87–92).

La puntuació de la qualitat metodològica de cada estudi es resumeixen en la taula 2.

#### 4.2. Risc de biaix dels estudis inclosos.

L'anàlisi del risc de biaix dels sis estudis inclosos en la revisió sistemàtica va donar com a resultats diferents avaluacions, que es poden consultar individualment en l'annex III. En la taula 3 es pot observar un resum de les avaluacions dels estudis.

##### **Generació de la seqüència.**

Els sis estudis d'aquesta revisió sistemàtica van portar a terme un criteri aleatori per generar la seqüència d'assignació dels pacients de l'estudi, de manera que tots van ser avaluats amb un "Baix risc de biaix". Tot i així, el mètode utilitzat per aquesta generació de seqüència va ser variable en els sis, bé fos una llista aleatòria generada per un ordinador o mitjançant l'atzar d'una moneda (87–92).

##### **Ocultació de l'assignació.**

Van ser tres els estudis que van portar a terme un procés d'ocultació d'assignació, declarant-se així de "Baix risc" en aquest biaix (87,89,92). Els altres tres estudis es van jutjar de "Risc poc clar" ja que no van descriure un mètode d'ocultació de l'assignació o la informació que proporcionaven no era suficientment clara per declarar-se de "Baix risc" o "Alt risc" (88,90,91).

##### **Cegament dels participants i del personal.**

En aquest aspecte, un únic estudi va descriure un mètode de cegament dels participants i del personal, considerant-se així d'un "Baix risc de biaix" (92). La resta d'estudis no van abordar aquest aspecte o van proporcionar informació insuficient per ser avaluats amb claredat, així que van jutjar-se amb un "Risc poc clar" (87–91).

##### **Cegament dels avaluadors dels resultats.**

El "Baix risc de biaix" va predominar en aquest cas, essent quatre dels sis estudis els que van descriure un cegament per part del personal encarregat de recollir les dades

(87,89,91,92). Els dos estudis restants no van deixar una descripció clara per aquest aspecte de manera que van ser considerats de “Risc poc clar” (88,90).

#### **Dades de resultats incomplets.**

Cinc dels sis estudis proporcionen informació clara per abordar aquest biaix observen que: en dos d'aquests estudis, van ser un total de 24 els participants que el van abandonar des del començament del tractament fins al final per motius diversos; mentre que en els tres restants, tots els participants que van començar l'estudi el van completar fins al final. Tots aquests estudis van ser jutjats de “baix risc de biaix” (87–89,91,92).

L'altre estudi restant no aporta informació suficient per aquest biaix de manera que es va categoritzar com a “Risc poc clar de biaix” (90).

#### **Notificació selectiva dels resultats.**

Sol un estudi va considerar-se de “Baix risc de biaix” per descriure al final els resultat de les variables pre-especificades (89). Els altres cinc estudis no van proporcionar el protocol de l'estudi de manera que van ser qualificats tots de “risc poc clar de biaix” (87,88,90–92).

### 4.3. Descripció dels estudis inclosos.

#### **Característiques de la mostra.**

Van ser 260 els participants totals entre els sis estudis que van realitzar el procés d'investigació variant en molt poca mesura entre sí, essent la mida més gran 48 i la més petita 42 (87–92). No obstant, un estudi agafa una mostra més petita per analitzar la variable de distància de salt unilateral, reduint-la així de 43 a 34 subjectes (16 en el grup control i 18 en el grup experimental) (89).

Les edats dels pacients entre tots els estudis es van comprendre entre 17 i 60 anys i tots ells presentaven una ruptura completa del LCA (87–92). En quatre dels estudis, la tècnica artroscòpia utilitzada per a la reconstrucció va ser l'empelt amb els tendons gràcil i semi-tendinós (88,90–92); mentre que en els altres dos estudis, la tècnica podia haver estat qualsevol (auto-empelt, alo-empelt o empelt artificial)(87,89).

Tots els estudis van coincidir en no incloure cap pacient que hagués estat intervingut quirúrgicament o s'hagués lesionat prèviament d'extremitat inferior (87–92).

En quant al gènere dels participants, tres estudis utilitzen tots els pacients homes ja que es tracta de voluntaris d'un grup militar (88,90,91). Altres dos estudis utilitzen un total de 48 homes i 38 dones entre els dos, mentre que l'últim estudi no especifica en cap moment un nombre concret d'homes i dones (87,89,92).

#### **Modalitats del treball de Cross-Exercise.**

S'ha vist com hi ha hagut una mica de varietat entre els estudis a l'hora d'aplicar el treball addicional de força de quàdriceps pel grup experimental a part de realitzar el programa estàndard de rehabilitació per a LCA en tots els grups de l'estudi.

Tjerk Zult et al., (87,89) en els seus dos estudis, incorpora dos exercicis ("leg press" i "leg extension" en màquines de gimnàs) per a la cama contra lateral (treball Cross-Education) centrats en la part concèntrica de la realització. Ambdós exercicis constaven de 3 sèries d'entre 8 i 12 repeticions amb 1-2 minuts de repòs entre sèrie. Aquest treball s'aplicava durant dos dies a la setmana en les primeres 12 setmanes de rehabilitació post reconstrucció.

Gulcan Harput et al., (92) per la seva part, aporta dos grups experimentals a part del control. L'única diferència entre els dos grups experimentals va ser el tipus de contracció. Mentre que un grup experimental realitzava l'exercici de manera concèntrica a 60°/s des de 90° a 10° de flexió de genoll, l'altre grup ho feia a la inversa des de 10° a 90° de flexió, entrenant així la contracció excèntrica, a 60°/s també.



Ambdós grups treballaven en 3 sèries de 12 repeticions, 3 cops a la setmana durant 8 setmanes (corresponents entre la setmana 4 i la 12 de la rehabilitació).

Finalment, Maria Papandreou et al., (88,90,91) en els seus tres estudis, aplica el “Cross Eccentric Exercise” (CEE) amb 5 sèries de 6 repeticions amb contraccions excèntriques al 80% (sub-màximes). Igual que en l'estudi anterior, també s'investiguen dos grups experimentals a part del grup control. En aquest cas, la diferència entre els grups experimentals és la freqüència d'entrenament: un grup realitzava el CEE 3 dies a la setmana i l'altre grup 5 dies a la setmana.

### **Valoració de les variables.**

- **Força de quàdriceps.**

En els dos estudis de Tjerk Zult et al., (87,89) es va utilitzar un dinamòmetre isocinètic (Biodex Medical Systems, Shirley, NY, USA). Un estudi mesurava la força de quàdriceps de forma isomètrica a 65º de flexió de genoll (89), mentre que l'altra ho feia, a més, de manera dinàmica (excèntricament a 60º/s i concèntricament a 60º/s, 120º/s i 180º/s) (87). El test, en ambdós casos, començava després de 5' d'escalfament en una bicicleta estàtica. Els pacients realitzaven dues contraccions al 50% de la seva força per familiaritzar-se amb el test, i seguidament realitzaven tres contraccions, amb un minut de repòs entre repeticions. La cama amb la que s'iniciava el test s'elegia aleatòriament. L'anàlisi estadístic es va realitzar a partir del punt màxim de força normalitzat al pes del cos (Nm/kg). Les dades es van mesurar entre 23-29 dies abans de la cirurgia i a les setmanes 5, 12 i 26 després de la cirurgia, i la fiabilitat test-retest d'aquests resultats és excel·lent.

Gulcan Harput et al.,(92), per determinar la força de quàdriceps de manera isomètrica, van utilitzar un dinamòmetre isocinètic (IsoMed2000 D&R GmbH, Germany) on els pacients es col·locaven asseguts amb els malucs flexionats 90º aproximadament, amb unes corretges d'estabilització a nivell de tronc, cintura i terç distal del fèmur per evitar les possibles compensacions a l'hora de realitzar la contracció màxima. L'eix del dinamòmetre es va alinear amb l'eix de rotació del dinamòmetre fins a l'epicòndil

lateral del fèmur de les dues extremitats. El genoll estava col·locat a 60º de flexió, amb el braç de força del dinamòmetre assegurat dos centímetres per sobre del mal·lèol lateral.

Per familiaritzar-se amb el test, els participants van realitzar tres contraccions isomètriques màximes voluntàries, i tot seguit en realitzaren tres més de cinc segons de duració cada una per al test formal. Entre cada contracció isomètrica màxima els pacients reposaven dos minuts. La cama no intervinguda va ser testada primer, i es va calcular la mitjana de les tres contraccions per agafar el resultat de referència. L'anàlisi estadístic es va realitzar a partir del punt màxim de força normalitzat al pes del cos (Nm/kg). Els pacients van ser avaluats a les setmanes 4, 12 (corresponent al final de la intervenció de 8 setmanes del treball addicional Cross-Education) i 24 després de la cirurgia, i fiabilitat del test-retest d'aquests resultats és bona (ICC>0.86).

Maria Papandreou et al., (90) van mesurar la força de quàdriceps amb un dinamòmetre isocinètic (Kin Com AT+, Chattanooga Group Inc., Chattanooga, TN) realitzant tres contraccions isomètriques màximes de cinc segons cada una amb el genoll flexionat a 60º, en cada cama. Els participants realitzaren quatre repeticions per practicar abans del test formal. La cama no intervinguda es va avaluar primer i a continuació la cama intervinguda. Es van mesurar els valors del punt màxim isocinètic amb Newton-metres (Nm) per ambdues extremitats, i ho van fer en dos fases: una setmana pre-cirurgia i a les vuit setmanes post-cirurgia.

En un altre estudi de Maria Papandreou et al., (88) es van seguir uns criteris per a l'avaluació isocinètica després de les vuit setmanes de rehabilitació van ser idèntics per a tots els pacients, i eren els següents:

- No dolor, indicat en l'escala visual analògica de 0 a 10 centímetres.
- No efusió, mesurat per circumferència articular.
- Marxa independent.
- De 0º a 100-120º de rang articular.
- Manteniment de la cama recte en tots els plans.

- 10-20 repeticions a baixa resistència sense retard de l'extensió de genoll, i miniesquats entre 0-100°.

A partir d'aquí, la força de quàdriceps es va avaluar amb un dinamòmetre isocinètic (Kin Com AT+, Chattanooga Group Inc., Chattanooga, TN) a partir de contraccions isomètriques en els angles de 45° i 90° de flexió de genoll, en cada cama. Els participants es van col·locar asseguts amb els malucs flexionats a 90°, amb les cuixes, la pelvis i la part superior del cos sòlidament lligades al seient de la màquina dinamomètrica. Els angles estàtics del genoll es configuraven a través del dinamòmetre (88).

Abans de realitzar el test, els pacients realitzaven un escalfament de cinc minuts sobre una bicicleta estàtica a una intensitat sub-màxima. Cada subjecte va realitzar tres contraccions isomètriques màximes de cinc segons de duració cada una, per a cada cama. El genoll no intervingut es va avaluar primer, seguit de l'intervingut. Els resultats d'aquesta prova es van avaluar en dos fases: tres dies pre-cirurgia i vuit setmanes post-cirurgia, i l'anàlisi estadístic va considerar la mitjana de cada valor màxim en cada angle(88).

- **Distància de salt uni-podal.**

En un dels estudis de Tjerk Zul et al., (87) es va estudiar aquesta variable a partir d'una mostra més petita de pacients (grup experimental n=18; grup control n=16). Primerament realitzaven dos salts a una sola cama de prova per familiaritzar-se amb el test i seguidament realitzaven dos salts més per a ser avaluats. La distància del salt es mesurava des de la punta del peu on s'iniciava el salt fins al taló just on havia aterrat. La distància màxima entre els dos salts va ser la que es va utilitzar per a l'anàlisi. L'anàlisi dels resultats finals es va realitzar a la setmana 26 post cirurgia.

Per la seva part, en l'estudi de Gulcan Harput et al., (92) els participants es van col·locar de tal manera que els peus quedessin darrere una línia traçada al terra i de puntes sobre una sola cama. Se'ls va sol·licitar que realitzessin un salt el més llarg possible amb un aterratge controlat, mesurant la distància en centímetres. Cada participant va realitzar fins a tres salts satisfactoris amb cada cama, agafant de

referència la distància més gran de les tres per a l'anàlisi estadístic. La fiabilitat test-retest d'aquesta prova va ser acceptable ( $ICC > 0.75$ ), i es van avaluar els resultats a la setmana 24 post cirurgia.

- **Temps de reacció accelerat del quàdriceps.**

Aquest estudi de Maria Papandreou et al., (91) va portar a terme el procés d'avaluació del temps de reacció accelerat de quàdriceps, que es va realitzar amb una màquina dinamomètrica isocinètica (Kin Com AT+, Chattanooga Group Inc., Chattanooga, TN) en els angles de 45º, 60º i 90º de flexió de genoll, amb una fiabilitat del test-retest ben establerta per estudis previs. Els participants es van col·locar asseguts amb els malucs flexionats a 90º, amb les cuixes, la pelvis i la part superior del cos sòlidament lligades al seient de la màquina dinamomètrica. Els angles estàtics del genoll es configuraven a través del dinamòmetre.

Abans de realitzar el test, els pacients realitzaven un escalfament de cinc minuts sobre una bicicleta estàtica a una intensitat sub-màxima. Cada subjecte va realitzar tres contraccions isomètriques màximes de cinc segons de duració cada una, per a cada cama. El genoll no intervingut es va avaluar primer, seguit de l'intervingut. L'anàlisi estadístic va considerar la mitjana de cada valor màxim en cada angle.

Els resultats d'aquesta prova es van avaluar en dos fases: tres dies pre-cirurgia i vuit setmanes post-cirurgia.

#### **Efectivitat de les intervencions sobre les variables.**

- **Força de quàdriceps.**

En l'estudi de Tjerk Zult et al., (89), es comparen els resultats tant de la cama intervinguda com de la no intervinguda en les setmanes 5, 12 i 26 post-cirurgia en relació als resultats obtinguts abans de la cirurgia. Pel que fa a la cama intervinguda, la força de quàdriceps en contracció isomètrica va disminuir un 35% i un 12% a les setmanes 5 i 12 post-cirurgia, respectivament. En canvi, a la setmana 26 havia incrementat un 11% ( $p \leq 0.002$ ). La cama no intervinguda va presentar un increment

d'aquesta força del 6, 12 i 14% en els tres punts del temps avaluats respectivament (setmana 5, 12 i 26 post-cirurgia) ( $p \leq 0.002$ ). Aquests resultats van ser significatius ja que van obtenir un valor  $p < 0.05$ , tot i que no van diferir entre el grup experimental i el grup control.

L'altre estudi de Tjerk Zult et al.,(87) va mesurar la força de quàdriceps tant de manera isomètrica com concèntrica i excèntrica, recollint les dades dels resultats a les setmanes 5, 12 i 26 post-cirurgia. En relació a la pre-cirurgia, la cama intervinguda va mostrar una disminució d'un 38% de la força de quàdriceps a la setmana 5, una disminució del 14-16% a la setmana 12 i un augment de la força del 5-13% a la setmana 26. En canvi, pel que correspon a la cama no intervinguda, es va observar un increment de la força de quàdriceps del 3-8%, 8-21% i 8-14% en els tres punts del temps avaluats respectivament. Els resultat van ser significatius amb un valor  $p < 0.05$ , tot i que no van diferir entre els grups.

Gulcan Harput et al. (92), van mostrar la significança dels seus resultats a les setmanes 4, 12 i 24 post-cirurgia. A la setmana 4, els resultats van ser similars i estadísticament no significatius entre els grups tant en la cama intervinguda ( $p > 0.05$ ) com en la no intervinguda. A partir de la setmana 12 i en la cama intervinguda, els resultats van presentar diferències estadísticament significatives entre els grups: comparant-se amb el grup control, la força de quàdriceps va ser més gran en els grups experimentals concèntric i excèntric ( $p = 0.04$  i  $0.03$ , respectivament). En la mateixa cama intervinguda i a la setmana 24, els grups concèntric i excèntric van seguir mostrant una major força ( $p = 0.01$  i  $< 0.001$ , respectivament) comparant-se amb el grup control. Els grups experimentals concèntric i excèntric de Cross-Exercise van mostrar beneficis similars en tots els punts del temps.

Pel que fa a la cama no intervinguda, a la setmana 12 es va observar-se una major força en els grups concèntric i excèntric ( $p < 0.001$ ) en comparació amb el grup control, però no es van veure diferències entre els mateixos grups experimentals. A l'últim punt del temps avaluat, la setmana 24 post-cirurgia, només el grup experimental de Cross-Exercise excèntric va mostrar una major força que el grup control ( $p = 0.01$ ) (92).

L'avaluació de la força de quàdriceps en contracció isomètrica va utilitzar-se per comparar els resultat dels participants de la setmana abans de la operació a les vuit setmanes després, en un dels estudis realitzats per Maria Papandreou et al. (90). En la cama no intervinguda, els tres grups de l'estudi van presentar un augment de la força a la setmana 8 post-cirurgia: 22.70% i 18%, pels grups experimentals de 3 i 5 dies d'entrenament per setmana, i i 14.08%, pel grup control, respectivament. No obstant, no es van observar diferències significatives en els resultats de la força de quàdriceps per a la cama no intervinguda entre els grups ( $p>0.05$ ).

En canvi, la cama intervinguda va presentar una disminució de la força en el tres grups també a la setmana 8 després de la operació: 16.25% i 6.30% pels grups experimentals de 3 i 5 dies d'entrenament, i 37.83% pel grup control, respectivament. En aquest cas si que es van observar diferències significatives entre el grup experimental de tres dies d'entrenament i el grup control ( $p=0.04$ ), i entre el grup experimental de cinc dies i el grup control ( $p<0.001$ ) (90).

L'estudi de Maria Papandreou et al. (88), va observar valors de força de quàdriceps per als genolls intervinguts significatius a 45° i a 90° (ambdós  $p<0.01$ ). En comparació amb el grup control, va ser el grup experimental de tres dies d'entrenament per setmana que va mostrar resultats significatius tant a 45° ( $p=0.02$ ) com a 90° ( $p<0.01$ ). En canvi, no es van veure diferències significatives entre els dos grups experimentals i entre el segon grup experimental de cinc dies d'entrenament a la setmana i el grup control, després de les vuit setmanes d'intervenció .

- **Distància de salt uni-podal.**

L'estudi de Tjerk Zult et al., (87) mostra que hi va haver un efecte significant en el temps per la cama no intervinguda del grup control ( $p=0.039$ ), observant-se que la distància de salt havia augmentat un 2% a la setmana 26 post-cirurgia comparant amb la pre-cirurgia. Tot i així, la distància de salt no va diferir entre els grups control i experimental.

L'altre estudi que aborda aquesta variable, el de Gulcan Harput et al., (92) va observar que els resultats van ser similars entre els grups.

- **Temps de reacció accelerada del quàdriceps.**

L'estudi de Maria Papandreou et al., (91) estudia aquesta variable per a 45°, 60° i 90° de flexió de genoll, comparant els resultats dels genolls intervinguts entre tres dies abans de la cirurgia i vuit setmanes després de la mateixa per a cada grup.

L'estudi no va mostrar diferències estadístiques significatives de la variable temps de reacció accelerat de quàdriceps entre els grups a 45° ( $p = 0.67$ ) i 60° ( $p = 0.75$ ) de genoll flexió. D'altra banda, es van observar diferències estadístiques significatives a 90° entre els grups ( $p = 0.02$ ) (91).

Es va determinar que els resultats significatius anteriors van sorgir del primer grup experimental (de tres dies d'entrenament a la setmana) en comparació amb el control ( $p = 0.01$ ). No hi va haver diferències significatives observades entre els dos grups experimentals i entre el segon grup experimental (de cinc dies d'entrenament per setmana) i el grup control després de vuit setmanes d'intervenció (91).

## **5. DISCUSSIÓ.**

L'objectiu d'aquesta revisió sistemàtica va ser avaluar l'efectivitat del treball de "Cross-Exercise" en pacients intervinguts del LCA en quan a la força de quàdriceps, a la distància de salt uni-podal i al temps de reacció accelerat de quàdriceps. Els sis estudis inclosos van presentar resultats d'alguna d'aquestes variables. Cada estudi va presentar un programa rehabilitador per al grup control al qual se li afegia el treball de "Cross-Exercise", també propi de cada estudi. No obstant, és important tenir en compte les limitacions que van poder presentar alguns dels estudis:

- L'estudi de Tjerk Zult et al., (89) va presentar certes limitacions. Per exemple, el grup control tenia vuit dones més que el grup experimental. Aquest factor va poder influenciar en els resultats ja que, comparant amb els homes, les dones presenten una pitjor funcionalitat del genoll després d'una reconstrucció del LCA i també un risc major d'una segona lesió del LCA (95). Un altre factor que va poder influenciar en els resultats d'aquest estudi va ser el que tipus de contracció utilitzat en el treball de "Cross-Exercise" va ser diferent a l'utilitzat per testar als pacients (concèntric i isomètric respectivament).
- En l'estudi de Gulcan Harput et al., (92) també s'observen algunes limitacions, com per exemple que durant el treball de "Cross-Exercise", els pacients podien contraure de manera isomètrica involuntàriament el quàdriceps de la cama intervinguda, de manera que s'haurien pogut produir guanys de força. A més, no es van realitzar estudis morfològics de la musculatura, de manera que no es garanteix que el guany de força es pugui atribuir a un augment de la massa muscular.
- Els estudis de Maria Papandreou et al., (88,90,91) tenen en comú una limitació principal, i és que no es va determinar quina era la cama dominant i la no dominant de cada un dels pacients.

Dels sis estudis, els dos de Tjerk Zult et al., (87,89) van sotmetre el grup experimental a sols dos dies per setmana d'intervenció. Per altra banda, tant Gulcan Harput et al., (92) com Maria Papandreou et al., (88,90) en els seus respectius estudis, van sotmetre a un mínim de tres sessions setmanals d'intervenció de "Cross-Exercise" als seus grups experimentals, inclús fins a cinc dies en un dels dos grups experimentals en el cas dels estudis de Maria Papandreou et al., (88,90). Aquesta càrrega baixa de treball de "Cross-Exercise" en els estudis de Tjerk Zult et al., (87,89) comparats amb els altres quatre estudis no va aconseguir atenuar la pèrdua de força o aconseguir una millora d'aquesta en relació al grup control de l'estudi. Això suggereix que l'entrenament de "Cross-Exercise" hauria de realitzar-se, almenys, més de dos cops per setmana per provocar efectes a nivell de la força de quàdriceps. Altres estudis van obtenir resultats en quan a una millora de la força de la musculatura afectada per la immobilització a



traves del treball de "Cross-Exercise". En un estudi en pacients amb una fractura de radi es va utilitzar un treball de "Cross-Exercise" amb una freqüència de 3 cops per setmana durant 26 setmanes, aconseguint una millora tant de la força de la musculatura com del rang de moviment articular a les 12 setmanes (80).

Per altra banda, els objectius en el temps van ser diferents entre els estudis. Per una part, tant Tjerk Zult et al., (87,89) com Gulcan Harput et al.,(92) van proposar-se avaluar els resultats fins a les 26 i 24 setmanes després de la cirurgia, respectivament. En canvi, els estudis de Maria Papandreou et al.,(88,90) es van centrar en la fase inicial de la recuperació, recollint les dades de les variables a la setmana vuit-nou després de la cirurgia. El que està clar segons els estudis de Maria Papandreou et al., (88,90) és que de cara a la setmana vuit-nou i amb la corresponent càrrega de tres dies per setmana d'entrenament de "Cross-Exercise", els resultats són beneficiosos per a la força de quàdriceps. No obstant, l'estudi de Gulcan Harput et al.,(92) també va mostrar resultats beneficiosos al llarg de les 24 setmanes post-cirurgia, al contrari dels dos estudis de Tjerk Zult et al.,(87,89). Possiblement, el nombre de sessions de treball de "Cross-Exercise" tingui una influència major en els resultats independentment de la fase en que es trobi el pacient intervingut.

Pel que fa al tipus d'entrenament, Tjerk Zult et al., (87,89) en els seus estudis es van centrar en la part concèntrica del treball de "Cross-Exercise"; Gulcan Harput et al.,(92) van investigar amb dos grups experimentals, un dels quals realitzava el treball de "Cross-Exercise" de manera concèntrica i l'altre de forma excèntrica, ambdós dins el recorregut de 10º a 90º de flexió de genoll; finalment, Maria Papandreou et al., (88,90) van basar els seus treballs de "Cross-Exercise" en la contracció excèntrica.

La proposta de treball concèntric de Tjerk Zult et al., (87,89) no va resultar beneficiosa per a la força de quàdriceps, mentre que el mètode de treball excèntric si que va mostrar millores per aquesta variable en els estudis de Maria Papandreou et al., (88,90). Hi ha estudis amb treball de "Cross-Exercise" aplicats a pacients sans i comparant l'extremitat entrenada i la no entrenada, que demostren majors canvis a nivell de força després d'un entrenament excèntric que d'un concèntric (52,96).

Hortobagyi et al., (52) van demostrar que els majors beneficis es donen seguint un treball de “Cross-Exercise” excèntric en pacients sedentaris sans, quan es va comparar amb el treball concèntric. En canvi, en l’estudi de Gulcan Harput et al.,(92) la mostra del qual eren pacients intervinguts del LCA, es van observar resultats similars en quan a la força de quàdriceps entre els grups de treball de “Cross-Exercise” excèntric i concèntric. A més, el tipus de contracció sol·licitat per testar als pacients va variar en un dels estudis de Tjerk Zult et al., (87) els quals van sotmetre als seus pacients a contraccions isomètriques, concèntriques o excèntriques per valorar la força de quàdriceps dels participants. En canvi, la resta d’estudis de la revisió ho van fer a través de la contracció isomètrica.

Els angles de flexió de genoll a l’hora de la valoració dels participants també va ser diferent entre els estudis. Tjerk Zult et al., (89) van utilitzar una flexió de genoll de 65º per realitzar les contraccions isomètriques corresponents per avaluar als participants; Gulcan Harput et al., (92) i Maria Papandreou et al.,(90) ho van fer des d’una posició de 60º de flexió de genolls; i finalment, Maria Papandreou et al.,(88) van avaluar la força de quàdriceps tant a 45º com a 90º. Aquest últim estudi anomenat, no es van observar diferències entre 45º i 90º, pel que s’atribuirien els beneficis obtinguts al tipus d’entrenament o a la freqüència d’aquest i no a l’angulació del genoll (88). A part, un altre estudi va investigar el treball de “Cross-Exercise” en pacients amb patologies d’extremitat inferior diferents: fractura de tibia, osteotomia de tibia per osteoartritis i lesió LCP. Tots aquests participants havien estat sotmesos a un temps d’immobilització i presentaven afectada la musculatura de l’extremitat inferior. Amb l’estudi es van observar efectes significatius en l’activitat muscular després del treball de “Cross-Exercise” a 20º, 40º i 60º de flexió de genoll(81).

La prova de salt simula càrregues que es donen durant els moviments específics de l’esport, on un índex de la simetria de les extremitats > 90% és un criteri per tornar al esport (97). L’estudi de Tjerk Zult et al., (87) diu que no és sorprenent que els pacients intervinguts del LCA de l’estudi, a les 26 setmanes posteriors a la cirurgia, encara no estiguessin preparats per tornar a la seva pràctica esportiva amb un índex de la

simetria de les extremitats del 86%. No obstant això, aquesta simetria de les extremitats per a una distància de salt en una sola cama hauria de ser interpretada amb precaució, ja que ambdues cames presentaven encara dèficits de la força de quàdriceps als 7 mesos després de la cirurgia en comparació amb les dades normatives registrades per a pacients sans (98). A pesar de l'augment de la força de quàdriceps que mostra aquest estudi, no va ser suficient per produir un augment significatiu clínic de la distància de salt (87).

## 6. LIMITACIONS

Durant l'elaboració d'aquesta revisió sistemàtica, s'han anat observant possibles limitacions o errors que han pogut influenciar en la validesa i la fiabilitat dels resultats. Aquesta revisió sistemàtica presenta les següents limitacions:

- Sols els articles publicats en anglès i espanyol han estat inclosos.
- S'han determinat una sèrie de criteri d'inclusió i d'exclusió que tenen com a conseqüència el descart d'alguns estudis a l'hora de ser inclosos en aquesta revisió.
- L'anàlisi de la qualitat metodològica dels articles i de la seva pròpia metodologia han estat realitzades per un sol autor.
- Els propis estudis presenten limitacions, fet que les avaluacions es poden veure compromeses.

## 7. CONCLUSIONS

### 7.1. Implicacions per a la pràctica

La complexitat que aborda la lesió del LCA suposa pel fisioterapeuta acompanyar al pacient lesionat en el procés de rehabilitació durant un temps perllongat. Degut a la quantitat de lesions d'aquest tipus que es produeixen i a les repercussions que tenen a

nivell tant funcional com psicològic pel pacient, és important i necessari disposar de mètodes de tractament eficaços en la pràctica clínica que puguin contribuir a una major qualitat de vida per a cada pacient. La bibliografia actual mostra una gran varietat de protocols rehabilitadors per a la lesió del LCA, tots ells útils de cara a la recuperació de la cama intervinguda, però cap d'ells inclou una modalitat de tractament que involucri l'entrenament amb treball de "Cross-Exercise".

Després de la realització d'aquesta revisió sistemàtica, l'evidència de l'efectivitat del treball de "Cross-Exercise" per aquesta lesió pot veure's limitada pel poc nombre d'estudis, tot i mostrar en alguns d'ells resultats beneficiosos. Per altra banda, la presència de certs biaixos en tots els estudis inclosos dificulta l'extracció de conclusions que permetin extrapolar els resultats a la població amb seguretat. És per això que el treball de "Cross-Exercise" sembla ser una teràpia útil ja que hi ha indicis de millores, tot i que es precisa de més estudis.

## 7.2. Implicacions per a la investigació

Els estudis experimentals valorats amb una categoria metodològica d'excel·lent qualitat que investiguin els efectes del treball de "Cross-Exercise" per a la ruptura del LCA són escassos. En aquesta revisió s'ha utilitzat l'eina de valoració de la qualitat metodològica "Critical Review Form-Quantitative Studies" i l'eina de la Colaboració Cochrane per al risc de biaixos dels estudis. Tant amb una eina com amb l'altra, els estudis han presentat diferències pel que fa a la realització. És per això que s'han d'abordar tant els riscos de biaix com la qualitat metodològica dels estudis en el dissenys de futures línies d'investigació.

Després de l'anàlisi i la interpretació de l'avaluació, aquesta revisió sistemàtica proposa abordar estudis on:

- La qualitat metodològica d'aquests presenti millores.
- S'abordin altres patologies d'extremitat inferior per poder comparar els efectes.

- S'augmenti el nombre de sessions de treball de "Cross-Exercise" a un mínim de tres per setmana.
- S'inclogui l'estudi d'altres variables a part de les descrites en aquesta revisió.

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. Davarinos N, O'Neill BJ, Curtin W. A Brief History of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Adv Orthop Surg.* 2014;2014:1–6.
2. Allen J. The Competitive Athlete. *Sport Med Prim Care Physician*, Third Ed. 2013;17(2):157–9.
3. Asociación-Española-de-Artroscopia JD de la. *Revista Española de Artroscopia y Cirugía Articular. Rev Española Artrosc y Cirugía Articul.* 2001;8(Vol. 8. Fasc. 1. Núm. 15. Abril 2001):10.
4. Luis Prieto. Junta directiva AEA. Encuesta De Actividad Artroscópica. *Asoc Española Artrosc.* 2014;1–19.
5. Mejane J, Faubert J, Romeas T, Labbe DR. The combined impact of a perceptual–cognitive task and neuromuscular fatigue on knee biomechanics during landing. *Knee.* 2018;(xxxx):1–9.
6. Ardern CL, Webster KE, Taylor NF, Feller JA. Return to the Preinjury Level of Competitive Sport After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Surgery. *Am J Sports Med.* 2010;39(3):538–43.
7. Paterno M V, Rauh MJ, Schmitt LC, Ford KR, Hewett TE. Incidence of Second Acl. 2015;42(July 2013):1567–73.
8. Alfonso VS, Gomar F, Valencia U De. Descriptive and Functional Anatomy of the Anterior Cruciate Ligament. Clinical and Surgical Implications. *Rev Española Cirugía Osteoartic.* 1992;27:33–42.
9. Petersen W, Zantop T. Anatomy of the anterior cruciate ligament with regard to its two bundles. *Clin Orthop Relat Res.* 2007;(454):35–47.
10. Li G, DeFrate LE, Sun H, Gill TJ. In vivo elongation of the anterior cruciate ligament and posterior cruciate ligament during knee flexion. *Am J Sports Med.* 2004;32(6):1415–20.
11. Forriol F, Maestro A VMJ. El ligamento cruzado anterior: morfología y función. 2008;19:7–18.
12. Domnick C, Raschke MJ, Herbort M. Biomechanics of the anterior cruciate ligament: Physiology, rupture and reconstruction techniques. *World J Orthop.* 2016;7(2):82.
13. Sakane M, Fox RJ, Woo SLY, Livesay GA, Li G, Fu FH. In situ forces in the anterior cruciate ligament and its bundles in response to anterior tibial loads. *J Orthop Res.* 1997;15(2):285–93.
14. Bullich SJ. Mecanorreceptores y sensibilidad propioceptiva de la rodilla.

- Biomecánica. 1996;4(6):42–50.
15. Zimny ML. Mechanoreceptors in articular tissues. *Am J Anat.* 1988;182(1):16–32.
  16. Physiol J. THE HISTOLOGICAL STRUCTURE OF THE RECEPTORS IN THE KNEE-JOINT OF THE CAT CORRELATED WITH THEIR PHYSIOLOGICAL RESPONSE. *Inst Physiol Univ Glas.* 1955;592–617.
  17. Yu B, Garrett WE. Mechanisms of non-contact ACL injuries. *Br J Sports Med.* 2007;41(SUPPL. 1):47–51.
  18. Berns GS, Hull ML, Patterson A. Strain in the Anteromedial Bundle. *J Orthop Res.* 1992;10(6):167–76.
  19. Huang G, Luo L, Zhang G, Yang P, Tang D, Qin J. QoS-driven jointly optimal subcarrier pairing and power allocation for decode-and-forward OFDM relay systems. *Wirel Pers Commun.* 2013;71(3):1597–618.
  20. Fleming BC, Fleming BC, Renstrom PA, Beynnon BD, Engstrom B, Peura GD, et al. The effect of weightbearing and external loading on anterior cruciate ligament strain. *J Biomech.* 2001;34:163–70.
  21. Hewett TE. Neuromuscular and Hormonal Factors Associated With Knee Injuries in Female Athletes. *Sport Med.* 2006;29(5):313–27.
  22. Zelisko JA, Noble HB, Porter M. comparison of men ' s and women ' s professional basketball injuries. :297–9.
  23. Gray J, Taunton JE, McKenzie DC, Clement DB, McConkey JP, Davidson RG. A survey of injuries to the anterior cruciate ligament of the knee in female basketball players. *Int J Sports Med.* 1985;6(6):314–6.
  24. Shelbourne KD, Davis TJ, Klootwyk TE. Notch Width of the Femur and the Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears. *Sport Med.* 1998;26(3):402–8.
  25. Martin D, Elliott-Sale K. Type Delivery Frequency Example of brand. @BULLET *Rev Bras Educ Fís Esporte.* 2016;30(4):1087–96.
  26. Sarwar R, Niclos BB, Rutherford OM. Changes in muscle strength, relaxation rate and fatiguability during the human menstrual cycle. *J Physiol.* 1996;493(1):267–72.
  27. Huston LJ, Wojtys EM. Neuromuscular performance characteristics in elite female athletes. *Am J Sports Med.* 1996;24(4):427–36.
  28. Hewett TE, Stroupe AL, Nance TA, Noyes FR. Plyometric Training in Female Athletes. *Am J Sports Med.* 2007;24(6):765–73.
  29. KG H, ML I. Gender differences in noncontact anterior cruciate ligament injuries.

Clin Sports Med. 2000;19(2):287–302.

30. Kosy JD, Mandalia VI. Anterior Cruciate Ligament Mechanoreceptors and their Potential Importance in Remnant-Preserving Reconstruction: A Review of Basic Science and Clinical Findings. *J Knee Surg.* 2018;31(8):736–46.
31. Dhillon MS, Bali K, Vasistha RK. Immunohistological evaluation of proprioceptive potential of the residual stump of injured anterior cruciate ligaments (ACL). *Int Orthop.* 2010;34(5):737–41.
32. Nayak M, Nag HL, Gaba S, Nag TC, Sharma S. Quantitative correlation of mechanoreceptors in tibial remnant of ruptured human anterior cruciate ligament with duration of injury and its significance: an immunohistochemistry-based observational study. *J Orthop Traumatol.* 2018;19(1).
33. N A, M O, Y U, J I, K R, M K, et al. Mechanoreceptors in the anterior cruciate ligament contribute to the joint position sense. *Acta Orthop Scand.* 2002;73(3):330–4.
34. Denti M, Monteleone M, Berardi A, Panni AS. Anterior cruciate ligament mechanoreceptors. Histologic studies on lesions and reconstruction. *Clin Orthop Relat Res.* 1994 Nov;(308):29–32.
35. Gao F, Zhou J, He C, Ding J, Lou Z, Xie Q, et al. A Morphologic and Quantitative Study of Mechanoreceptors in the Remnant Stump of the Human Anterior Cruciate Ligament. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg.* 2016;32(2):273–80.
36. Georgoulis AD, Pappa L, Moebius U, Malamou-Mitsi V, Pappa S, Papageorgiou CO, et al. The presence of proprioceptive mechanoreceptors in the remnants of the ruptured ACL as a possible source of re-innervation of the ACL autograft. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2001;9(6):364–8.
37. Bali K, Dhillon MS, Vasistha RK, Kakkar N, Chana R, Prabhakar S. Efficacy of immunohistological methods in detecting functionally viable mechanoreceptors in the remnant stumps of injured anterior cruciate ligaments and its clinical importance. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2012;20(1):75–80.
38. Kapreli E, Athanasopoulos S, Gliatis J, Papathanasiou M, Peeters R, Strimpakos N, et al. Anterior cruciate ligament deficiency causes brain plasticity: A functional MRI study. *Am J Sports Med.* 2009;37(12):2419–26.
39. Arockiaraj J, Korula RJ, Oommen AT, Devasahayam S, Wankhar S, Velkumar S, et al. Proprioceptive changes in the contralateral knee joint following anterior cruciate injury. *Bone Joint J.* 2013;95–B(2):188–91.
40. Barrack RL, Skinner HB, Buckley SL. Proprioception in the anterior cruciate deficient knee. *Am J Sports Med.* 1989;17(1):1–6.
41. Roberts D, Fridén T, Zätterström R, Lindstrand A, Moritz U. Proprioception in



- People With Anterior Cruciate Ligament-Deficient Knees: Comparison of Symptomatic and Asymptomatic Patients. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2013;29(10):587–94.
42. Hortobagyi T, Dempsey L, Fraser D, Zheng D, Hamilton G, Lambert J, et al. Changes in muscle strength, muscle fibre. *J Physiol.* 2000;524(1):293–304.
  43. Lundbye-Jensen J, Nielsen JB. Central nervous adaptations following 1 wk of wrist and hand immobilization. *J Appl Physiol.* 2008;105(1):139–51.
  44. Yasuda N, Glover EI, Phillips SM, Isfort RJ, Tarnopolsky MA. Sex-based differences in skeletal muscle function and morphology with short-term limb immobilization. *J Appl Physiol.* 2005;99(3):1085–92.
  45. Suetta C, Hvid LG, Justesen L, Christensen U, Neergaard K, Simonsen L, et al. Effects of aging on human skeletal muscle after immobilization and retraining. *J Appl Physiol.* 2009;107(4):1172–80.
  46. Seki K, Taniguchi Y, Narusawa M. Effects of joint immobilization on firing rate modulation of human motor units. *J Physiol.* 2001;530(3):507–19.
  47. Duchateau J, Hainaut K. Effects of immobilization on contractile properties, recruitment and firing rates of human motor units. *J Physiol.* 1990;422(1):55–65.
  48. Kawakami Y, Akima H, Kubo K, Muraoka Y, Hasegawa H, Kouzaki M, et al. Changes in muscle size, architecture, and neural activation after 20 days of bed rest with and without resistance exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2001;84(1–2):7–12.
  49. Cimino, F., Volk, B. S., & Setter D. Anterior Cruciate Ligament Injury: Diagnosis, Management, and Prevention. Washington: American Family Physician. 2010;
  50. Siegel L, Vandenakker-albanese C, Siegel D. Anterior Cruciate Ligament Injuries : Anatomy , Physiology , Biomechanics , and Management. 2012;22(4):349–55.
  51. Carroll TJ, Herbert RD, Munn J, Lee M, Gandevia SC. Contralateral effects of unilateral strength training: evidence and possible mechanisms. *J Appl Physiol.* 2006;101(5):1514–22.
  52. Hortobágyi T, Lambert NJ, Hill JP. Greater cross education following training with muscle lengthening than shortening. *Med Sci Sports Exerc.* 1997 Jan;29(1):107–12.
  53. Lee M, Gandevia SC, Carroll TJ. Unilateral strength training increases voluntary activation of the opposite untrained limb. *Clin Neurophysiol.* 2009;120(4):802–8.
  54. Farthing JP, Chilibeck PD. The effect of eccentric training at different velocities on cross-education. *Eur J Appl Physiol.* 2003;89(6):570–7.

55. Hortobágyi T, Scott K, Lambert J, Hamilton G, Tracy J. Cross-Education of Muscle Strength Is Greater with Stimulated than Voluntary Contractions. *Motor Control*. 2016;3(2):205–19.
56. JP F, AG W. The adaptations to strength training: morphological and neurological contributions to increased strength. *Sport Med*. 2007;37(2):145–68.
57. Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sport Med*. 2005;35(4):339–61.
58. Zijdwind I, Kernell D. Bilateral Interactions During Contractions of Intrinsic Hand Muscles. *J Neurophysiol*. 2017;85(5):1907–13.
59. Evetovich TK, Housh TJ, Housh DJ, Johnson GO, Smith DB, Ebersole KT. The effect of concentric isokinetic strength training of the quadriceps femoris on electromyography and muscle strength in the trained and untrained limb. *J strength Cond Res*. 2001 Nov;15(4):439–45.
60. Ploutz L, Dudley A, Lori L, Tesch PA, Dudley GA. Effect of resistance during exercise. *J Appl Physiol*. 1994;76(4):1675–81.
61. Narici M V, Roi GS, Landoni L, Minetti AE, Cerretelli P. Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1989;59(4):310–9.
62. Moritani T, deVries HA. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *Am J Phys Med*. 1979 Jun;58(3):115–30.
63. Hill JP, Fraser DD, Lambert NJ, Israel G, Houmard JA. Adaptive responses to muscle and shortening in humans lengthening. *Int J Sports Med*. 1996;
64. Houston ME, Froese EA, Valeriote SP, Green HJ, Ranney DA. Muscle performance, morphology and metabolic capacity during strength training and detraining: a one leg model. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1983;51(1):25–35.
65. Tanaka R. [The Hoffmann reflex]. *Nihon Seirigaku Zasshi*. 1986;48(11):719–34.
66. Lagerquist O, Zehr EP, Docherty D. Increased spinal reflex excitability is not associated with neural plasticity underlying the cross-education effect. *J Appl Physiol*. 2005;100(1):83–90.
67. Fimland MS, Helgerud J, Solstad GM, Iversen VM, Leivseth G, Hoff J. Neural adaptations underlying cross-education after unilateral strength training. *Eur J Appl Physiol*. 2009;107(6):723–30.
68. Dragert K, Zehr EP. Bilateral neuromuscular plasticity from unilateral training of the ankle dorsiflexors. *Exp Brain Res*. 2011;208(2):217–27.

69. Kawashima R, Yamada K, Kinomura S, Yamaguchi T, Matsui H, Yoshioka S, et al. Regional cerebral blood flow changes of cortical motor areas and prefrontal areas in humans related to ipsilateral and contralateral hand movement. *Brain Res.* 1993 Sep 24;623(1):33–40.
70. Stinear CM, Walker KS, Byblow WD. Symmetric facilitation between motor cortices during contraction of ipsilateral hand muscles. *Exp Brain Res.* 2001;139(1):101–5.
71. Stedman A, Davey NJ, Ellaway PH. Facilitation of human first dorsal interosseous muscle responses to transcranial magnetic stimulation during voluntary contraction of the contralateral homonymous muscle. *Muscle Nerve.* 1998 Aug;21(8):1033–9.
72. Muellbacher W, Facchini S, Boroojerdi B, Hallett M. Changes in motor cortex excitability during ipsilateral hand muscle activation in humans. *Clin Neurophysiol.* 2000 Feb;111(2):344–9.
73. Ruddy KL, Carson RG. Neural pathways mediating cross education of motor function. *Front Hum Neurosci.* 2013;7(July).
74. Fling BW, Peltier SJ, Bo J, Welsh RC, Seidler RD. Age differences in interhemispheric interactions: Callosal structure, physiological function, and behavior. *Front Neurosci.* 2011;5(MAR):1–8.
75. Hendy AM, Spittle M, Kidgell DJ. Cross education and immobilisation: Mechanisms and implications for injury rehabilitation. *J Sci Med Sport.* 2012;15(2):94–101.
76. Chaler Vilaseca J, Abril Carreres MA, Garreta Figuera R, Maiques Dern A, Unyó Sallent C, Soler Romagosa F. Rehabilitación acelerada de la plastia de ligamento cruzado anterior en el entorno de una mutua de accidentes de trabajo. *Rehabilitación.* 2013;35(5):295–301.
77. Frazer AK, Pearce AJ, Howatson G, Thomas K, Goodall S, Kidgell DJ. Determining the potential sites of neural adaptation to cross-education: implications for the cross-education of muscle strength. *Eur J Appl Physiol.* 2018;118(9):1751–72.
78. Manca A, Dragone D, Dvir Z, Deriu F. Cross-education of muscular strength following unilateral resistance training: a meta-analysis. *Eur J Appl Physiol.* 2017;117(11):2335–54.
79. Ehrensberger M, Simpson D, Broderick P, Monaghan K. Cross-education of strength has a positive impact on post-stroke rehabilitation: a systematic literature review. *Top Stroke Rehabil.* 2016;23(2):126–35.
80. Magnus CRA, Arnold CM, Johnston G, Dal-Bello Haas V, Basran J, Krentz JR, et al. Cross-education for improving strength and mobility after distal radius fractures:

A randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil. 2013;94(7):1247–55.

81. Arai M, Shimizu H, Shimizu ME, Tanaka Y, Yanagisawa K. Effects of the use of cross-education to the affected side through various resistive exercises of the sound side and settings of the length of the affected muscles. Hiroshima J Med Sci. 2001;50(3):65–73.
82. Law M, Stewart D, Letts L, Pollock N, Bosch J, Westmorland M. Quantitative Review Form Guidelines. 1998;
83. Law M. Critical Review Form – Quantitative Studies The EB Group would like to thank Dr . Craig Scanlan , University of Medicine and Dentistry of NJ , for providing this Word version of the quantitative review form . :1–3.
84. Cobos-Carbó A, Augustovski F. Declaración CONSORT 2010: actualización de la lista de comprobación para informar ensayos clínicos aleatorizados de grupos paralelos. Med Clin (Barc). 2011;137(5):213–5.
85. Higgins JPT, Altman DG, Gøtzsche PC, Jüni P, Moher D, Oxman AD, et al. The Cochrane Collaboration’s tool for assessing risk of bias in randomised trials. BMJ. 2011;343(7829):1–9.
86. Higgins JPT GS. Manual Cochrane de revisiones sistemáticas de intervenciones. Version 5.1.0 [updated March 2011]. The Cochrane Collaboration, 2011. 2011;(March):1–639.
87. Zult T, Gokeler A. Cross-education does not improve early and late-phase rehabilitation outcomes after ACL reconstruction: a randomized controlled clinical trial. Eur Soc Sport Traumatol Knee Surgery, Arthrosc 2018. 2018;
88. Papandreou MG, N; P, E; A, H Z. The Effect of Cross Exercise on Quadriceps Strength in Different Knee Angles After the Anterior Cruciate Ligament. Brazilian J Biomotricity. 2007;1:123–38.
89. Zult T, Gokeler A, van Raay JJAM, Brouwer RW, Zijdwind I, Farthing JP, et al. Cross-education does not accelerate the rehabilitation of neuromuscular functions after ACL reconstruction: a randomized controlled clinical trial. Eur J Appl Physiol. 2018;118(8):1609–23.
90. Papandreou M, Billis PDE, Papathanasiou PDG, Ph D, Spyropoulos P, Papaioannou PDN, et al. Cross-Exercise on Quadriceps De fi cit after ACL Reconstruction.
91. Papandreou MG, Billis E V., Antonogiannakis EM, Papaioannou NA. Effect of cross exercise on quadriceps acceleration reaction time and subjective scores (Lysholm questionnaire) following anterior cruciate ligament reconstruction. J Orthop Surg Res. 2009;4(1):1–9.
92. Harput G, Ulusoy B, Yildiz TI, Demirci S, Eraslan L, Turhan E, et al. Cross-

- education improves quadriceps strength recovery after ACL reconstruction: a randomized controlled trial. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2018;0(0):1–8.
93. Checklist IN. Section / Topic Item No Checklist item Reported on page No. *Interpret A J Bible Theol.* 2015;6:1–2.
  94. Da Costa Santos CM, De Mattos CA, Cuce MR. the Pico Strategy for the Research Question. *Rev latino-am Enferm.* 2007;15(3):1–4.
  95. Ageberg E, Forssblad M, Herbertsson P, Roos EM. Sex differences in patient-reported outcomes after anterior cruciate ligament reconstruction: Data from the swedish knee ligament register. *Am J Sports Med.* 2010;38(7):1334–42.
  96. Kidgell DJ, Frazer AK, Rantalainen T, Ruotsalainen I, Ahtiainen J, Avela J, et al. Increased cross-education of muscle strength and reduced corticospinal inhibition following eccentric strength training. *Neuroscience.* 2015;300(June):566–75.
  97. Thomee R, Kaplan Y, Kvist J, Myklebust G, Risberg MA, Theisen D, et al. Muscle strength and hop performance criteria prior to return to sports after ACL reconstruction Muscle strength and hop performance criteria European Board of Sports Rehabilitation ( EBSR ). *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;(19):1798–805.
  98. Gokeler A, Welling W, Benjaminse A, Lemmink K, Seil R, Zaffagnini S. A critical analysis of limb symmetry indices of hop tests in athletes after anterior cruciate ligament reconstruction: A case control study. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2017;103(6):947–51.

## ANNEXES

### ANNEX I. Recerca bibliogràfica.

**Taula 6.** Estratègia de recerca.

CERCADOR	ESTRATÈGIA	RESULTATS
<b>PUBMED</b>	("Cross-Education"[All Fields] OR "Cross-Training"[All Fields] OR "Cross-Exercise"[All Fields] OR "contralateral limb"[All Fields]) AND ("ACL"[All Fields] OR "anterior cruciate ligament"[All Fields])	97
<b>GOOGLE SCHOLAR</b>	"CROSS-EXERCISE" OR "CROSS-EDUCATION" OR "CROSS-TRAINING" AND "ACL RECONSTRUCTION"	290
<b>PEDRO</b>	Cross-education* ACL*	2
<b>COCHRANE</b>	Cross-education	1

## ANNEX II. Declaració CONSORT 2010.

**Taula 7.** Resum ítems de la declaració CONSORT 2010.

Secció/tema	Ítem nº	Ítem de la llista de comprovació
<b><u>Título y resumen</u></b>		
	1a	Identificado como un ensayo aleatorizado en el título.
	1b	Resumen estructurado del diseño, métodos, resultados, y conclusiones del ensayo.
<b><u>Introducción.</u></b>		
<b>Antecedentes y objetivos.</b>	2a	Antecedentes científicos y justificación.
	2b	Objetivos específicos o hipótesis.
<b><u>Métodos.</u></b>		
<b>Diseño del ensayo.</b>	3a	Descripción del diseño del ensayo, incluida la razón de asignación.
	3b	Cambios importantes en los métodos después de iniciar el ensayo y su justificación.
<b>Participantes.</b>	4a	Criterios de selección de los participantes.
	4b	Procedencia en que se registraron los datos.
<b>Intervenciones.</b>	5	Las intervenciones para cada grupo con detalles suficientes para permitir la replicación, incluidos cómo y cuándo se administraron realmente.
<b>Resultados.</b>	6a	Especificación <i>a priori</i> de las variables respuesta(s) principal(es) y secundarias, incluidos cómo y cuándo se evaluaron
	6b	Cualquier cambio en las variables respuesta tras el inicio del ensayo, junto con los motivos de la(s) modificación(es).
<b>Tamaño muestral.</b>	7a	Cómo se determinó el tamaño muestral.
	7b	Si se corresponde, explicar cualquier análisis intermedio y las reglas de interrupción.
<b>Aleatorización</b>	8a	Método utilizado para generar la secuencia de asignación aleatoria.
<b>Generación de la secuencia.</b>	8b	Tipo de aleatorización; detalles de cualquier restricción (como bloques y tamaño de los bloques).

<b>Mecanismo de ocultación la secuencia.</b>	9	Mecanismo utilizado para generar la secuencia de asignación aleatoria.
<b>Implementación.</b>	10	Quién generó la secuencia de asignación aleatoria, quién seleccionó a los participantes y quién asignó los participantes a las intervenciones.
<b>Emmascaramiento.</b>	11a	Si se realizó, a quién se mantuvo cegado después de asignar las intervenciones y de qué modo.
	11b	Si es relevante, descripción de la similitud de las intervenciones.
<b>Métodos estadísticos.</b>	12a	Métodos estadísticos utilizados para comparar los grupos en cuanto a la variable respuesta principal y las secundarias.
	12b	Métodos de análisis adicionales, como análisis de subgrupos y análisis ajustados.
<b><u>Resultados.</u></b>		
<b>Flujo de participantes.</b>	13a	Para cada grupo, el número de participantes que se asignaron aleatoriamente, que recibieron el tratamiento propuesto y que se incluyeron en el análisis principal.
	13b	Para cada grupo, pérdidas y exclusiones después de la aleatorización, junto con los motivos.
<b>Reclutamiento.</b>	14a	Fechas que definen los períodos de reclutamiento y de seguimiento.
	14b	Causa de la finalización o de la interrupción del ensayo.
<b>Datos basales.</b>	15	Una tabla que muestre las características basales demográficas y clínicas para cada grupo.
<b>Números analizados.</b>	16	Para cada grupo, número de participantes incluidos en cada análisis y si el análisis se basó en los grupos inicialmente asignados.
<b>Resultados y estimación.</b>	17a	Par cada respuesta o resultado final principal y secundario, los resultados para cada grupo, el tamaño del efecto estimado y su precisión.
	17b	Para las respuestas dicotómicas, se recomienda la presentación de los tamaños del efecto tanto absoluto como relativo.



<b>Análisis secundarios.</b>	18	Resultados de cualquier otro análisis realizado, incluido el análisis de subgrupos y los análisis ajustados, diferenciando entre los especificados <i>a priori</i> y los exploratorios.
<b>Daños (prejuicios).</b>	19	Todos los daños o efectos no intencionados en cada grupo.
<b><u>Discusión.</u></b>		
<b>Limitaciones.</b>	20	Limitaciones del estudio, abordando las fuentes de posibles sesgos, las de imprecisión y, si procede, la multiplicidad de análisis.
<b>Generalización.</b>	21	Posibilidad de generalización de los hallazgos del ensayo.
<b>Interpretación.</b>	22	Interpretación consistente con los resultados, con balance de beneficios y daños, y considerando otras evidencias relevantes
<b><u>Otra información.</u></b>		
<b>Registro.</b>	23	Número de registro y nombre del registro de ensayos.
<b>Protocolo.</b>	24	Dónde puede accederse al protocolo completo del ensayo, si está disponible.
<b>Financiación.</b>	25	Fuentes de financiación y otras ayudas, papel de los financiadores.

\*Adaptació de A. Cobos-Carbó, F. Augustovski (84).

### ANNEX III. Valoracions individuals dels riscos de biaix.

**Taula 8.** Risc de biaix de Tjerk Zult et al., (may 2018) (89).

CRITERI	AVALUACIÓ	VALORACIÓ
<b>Biaix de selecció</b>		
Generació de la seqüència.	Baix risc.	<b>Cita:</b> "Patients were randomly assigned to one of two parallel groups (...) generated a randomized list on the computer". <b>Comentari:</b> l'assignació dels pacients va seguir un criteri aleatori.
Ocultació de l'assignació.	Baix risc.	<b>Cita:</b> "An investigator not involved in data collection generated a randomized list on the computer which was then used by an independent physiotherapist for group allocation". <b>Comentari:</b> hi ha una ocultació de l'assignació.
<b>Biaix de realització</b>		
Cegament dels pacients i del personal.	Risc poc clar.	<b>Cita:</b> "To receive either the standard care or standard care plus cross-education intervention. Group allocation was then performed after surgery and before patients commenced rehabilitation". "orthopaedic surgeons and data collectors were blinded to patients' group assignment". <b>Comentari:</b> hi ha cegament del personal, però falta informació per determinar el cegament dels pacients.
<b>Biaix de detecció.</b>		
Cegament dels avaluadors dels resultats.	Baix risc.	<b>Cita:</b> "Data collectors were blinded to patients' group assignment". <b>Comentari:</b> hi ha cegament dels avaluadors.
<b>Biaix de desgast.</b>		
Dates dels resultats incompletes.	Baix risc.	<b>Comentari:</b> 12 pacients van abandonar l'estudi, especificant-se el motiu de cada un en una taula.
<b>Biaix de notificació.</b>		
Notificació selectiva dels resultats.	Baix risc.	<b>Comentari:</b> es descriuen tots els resultats pre-especificats.

**Taula 9.** Risc de biaix de Tjerk Zult et al., (agust 2018) (87).

CRITERI	AVALUACIÓ	VALORACIÓ
<b>Biaix de selecció</b>		
Generació de la seqüència.	Baix risc.	<b>Cita:</b> "Patients were individually randomized to one of two parallel groups in a 1:1 ratio (...) according to a computer randomization list". <b>Comentari:</b> l'assignació dels pacients va seguir un criteri aleatori.
Ocultació de l'assignació.	Baix risc.	<b>Cita:</b> "An independent physiotherapist allocated the patients to one of two treatment groups according to a computer generated randomization list prepared by an investigator who was not involved in data collection". <b>Comentari:</b> hi ha una ocultació de l'assignació.
<b>Biaix de realització</b>		
Cegament dels pacients i del personal.	Risc poc clar.	<b>Cita:</b> "Except for the physiotherapists administering the treatment, orthopaedic surgeons and data collectors were blinded to patients' group assignment". <b>Comentari:</b> falta informació per determinar el cegament dels pacients.
<b>Biaix de detecció.</b>		
Cegament dels avaluadors dels resultats.	Baix risc.	<b>Cita:</b> "Data collectors were blinded to patients' group assignment". <b>Comentari:</b> hi havia cegament dels avaluadors.
<b>Biaix de desgast.</b>		
Dates dels resultats incompletes.	Baix risc.	<b>Comentari:</b> 12 pacients van abandonar l'estudi, especificant-se el motiu de cada un en una taula.
<b>Biaix de notificació.</b>		
Notificació selectiva dels resultats.	Risc poc clar.	<b>Comentari:</b> es descriuen tots els resultats pre-especificats però falta el protocol de l'estudi.

**Taula 10.** Risc de biaix de Gulcan Harput et al., (2018) (92).

CRITERI	AVALUACIÓ	VALORACIÓ
<b>Biaix de selecció</b>		
Generació de la seqüència.	Baix risc.	<b>Cita:</b> “The allocation to each group was done by one of the authors who was unaware of patients’ identities”. “To ensure the group randomization was successful, demographics (age, height, body mass, BMI), time from injury to surgery and pre-injury activity levels of the groups were compared using a one-way analysis of variance (ANOVA)”. <b>Comentari:</b> l’assignació dels pacients va seguir un criteri aleatori.
Ocultació de l’assignació.	Baix risc.	<b>Cita:</b> “The allocation to each group was done by one of the authors who was unaware of patients’ identities”. “The allocation was controlled for age, body mass index (BMI), and pre-injury Tegner activity level to guarantee a homogeneous distribution between groups”. <b>Comentari:</b> es va ocultar l’assignació.
<b>Biaix de realització</b>		
Cegament dels pacients i del personal.	Baix risc.	<b>Cita:</b> “Patients knew they were involved in an experimental study, but they were unaware of the other experimental groups of the study”. <b>Comentari:</b> els pacients no eren conscients dels altres grups experimentals de l’estudi.
<b>Biaix de detecció.</b>		
Cegament dels avaluadors dels resultats.	Baix risc.	<b>Cita:</b> “The assessors were blinded with respect patients’ allocation and were assigned a numerical code to all the recorded tests which were blindly processed by other investigators”. “Assessment and data analyses were blinded”. <b>Comentari:</b> hi havia cegament dels avaluadors.
<b>Biaix de desgast.</b>		
Dates dels resultats incompletes.	Baix risc.	<b>Comentari:</b> tots els pacients van acabar l’estudi.

Biaix de notificació.		
Notificació selectiva dels resultats.	Risc poc clar.	<b>Comentari:</b> es descriuen tots els resultats pre-especificats però falta el protocol de l'estudi.

**Taula 11.** Risc de biaix de Maria G, Papandrou et al., (2012) (90).

CRITERI	AVALUACIÓ	VALORACIÓ
<b>Biaix de selecció</b>		
Generació de la seqüència.	Baix risc.	<b>Cita:</b> "...and were randomly assigned (by flip coin) into one of three groups, two experiemntal ones (Groups A and B) and one control (Group C).  <b>Comentari:</b> l'assignació dels pacients va seguir un criteri aleatori.
Ocultació de l'assignació.	Risc poc clar.	<b>Comentari:</b> no es descriu el mètode d'ocultació.
<b>Biaix de realització</b>		
Cegament dels pacients i del personal.	Risc poc clar.	<b>Comentari:</b> l'estudi no va abordar aquest resultat.
<b>Biaix de detecció.</b>		
Cegament dels avaluadors dels resultats.	Risc poc clar.	<b>Comentari:</b> no s'aborda aquest resultat en l'estudi.
<b>Biaix de desgast.</b>		
Dates dels resultats incompletes.	Risc poc clar.	<b>Comentari:</b> no hi ha informació suficient per abordar aquest resultat.
<b>Biaix de notificació.</b>		
Notificació selectiva dels resultats.	Risc poc clar.	<b>Comentari:</b> es descriuen tots els resultats pre-especificats però falta el protocol de l'estudi.

**Taula 12.** Risc de biaix de Maria G, Papandreou et al., (2009) (91).

CRITERI	AVALUACIÓ	VALORACIÓ
<b>Biaix de selecció</b>		
Generació de la seqüència.	Baix risc.	<b>Cita:</b> "All patients had sustained a unilateral ACL rupture and were randomly assigned (by coin flip) into three groups. <b>Comentari:</b> l'assignació dels pacients va seguir un criteri aleatori.
Ocultació de l'assignació.	Risc poc clar.	<b>Comentari:</b> no es descriu el mètode d'ocultació.
<b>Biaix de realització</b>		
Cegament dels pacients i del personal.	Risc poc clar.	<b>Comentari:</b> l'estudi no va abordar aquest resultat.
<b>Biaix de detecció.</b>		
Cegament dels avaluadors dels resultats.	Baix risc.	<b>Cita:</b> "Evaluation procedure was identical for all subjects, and was carried out by the same examiner. The evaluation procedure was blinded". <b>Comentari:</b> hi havia cegament dels avaluadors.
<b>Biaix de desgast.</b>		
Dates dels resultats incompletes.	Baix risc.	<b>Comentari:</b> tots els pacients van acabar l'estudi.
<b>Biaix de notificació.</b>		
Notificació selectiva dels resultats.	Risc poc clar.	<b>Comentari:</b> es descriuen tots els resultats pre-especificats però falta el protocol de l'estudi.

**Taula 13.** Risc de biaix de Maria G, Papandreou, et al., (2007) (88).

CRITERI	AVALUACIÓ	VALORACIÓ
<b>Biaix de selecció</b>		
Generació de la seqüència.	Baix risc.	<b>Cita:</b> "All patients sustained a unilateral ACL rupture and were randomly assigne (by flip coin) into three groups. <b>Comentari:</b> l'assignació dels pacients va seguir un criteri aleatori.
Ocultació de l'assignació.	Risc poc clar.	<b>Comentari:</b> no es descriu el mètode d'ocultació.
<b>Biaix de realització</b>		
Cegament dels pacients i del personal.	Risc poc clar.	<b>Comentari:</b> l'estudi no va abordar aquest resultat.
<b>Biaix de detecció.</b>		
Cegament dels avaluadors dels resultats.	Risc poc clar.	<b>Cita:</b> "The above evaluation procedure was identical for all

		<p>subjects, and was carried out by the same examiner”.</p> <p><b><u>Comentari</u></b>: no concreta si va haver o no cegament de l'avaluació.</p>
<b>Biaix de desgast.</b>		
Dates dels resultats incompletes.	Baix risc.	<b><u>Comentari</u></b> : tots els pacients van acabar l'estudi.
<b>Biaix de notificació.</b>		
Notificació selectiva dels resultats.	Risc poc clar.	<b><u>Comentari</u></b> es descriuen tots els resultats pre-especificats però falta el protocol de l'estudi.

